



LAPORAN TUGAS AKHIR - RA.141581

PERANCANGAN PUSAT DATA DIGITAL MELALUI PENDEKATAN KONSERVASI ENERGI

SAADILLAH YOGA ISWARA
3211100047

DOSEN PEMBIMBING:
Johanes Krisdianto, S.T., M.T.

PROGRAM SARJANA
JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015



FINAL PROJECT REPORT - RA.141581

DESIGNING DATA CENTER THROUGH ENERGY CONSERVATION APPROACH

SAADILLAH YOGA ISWARA
3211100047

SUPERVISOR:
Johanes Krisdianto, S.T., M.T.

UNDERGRADUATE PROGRAM
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2015

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN PUSAT DATA DIGITAL MELALUI PENDEKATAN KONSERVASI ENERGI



Disusun oleh :

SAADILLAH YOGA ISWARA
NRP : 3211100047

Telah dipertahankan dan diterima
oleh Tim penguji Tugas Akhir RA.141581
Jurusan Arsitektur FTSP-ITS pada tanggal 26 Juni 2015
Nilai : AB

Mengetahui

Pembimbing

Johanes Krisdianto, ST.MT.
NIP. 197701092002121001

Koordinator Tugas Akhir

Ir. IGN. Antaryama, Ph.D.
NIP. 196804251992101001



Ketua Jurusan Arsitektur FTSP-ITS

Dr. Purwanita Setijanti, MSc PhD.
NIP. 195904271985032001

ABSTRACT

DESIGNING DATA CENTER THROUGH ENERGY CONSERVATION APPROACH

By

Saadillah Yoga Iswara

NRP : 3211100047

Man's high dependence on electrical appliances affects on the increasing demand of energy, especially electrical one. Unfortunately, it is not equal with the produced electricity growth rate.

The unequal growth not only impacts on the periodical utility outage but also the increasing usage of non-environmentally energy sources. For a small scale, installing standby generators might benefit households and offices. However, usage on bigger scale or nationwide might increase the construction of power plants using non-renewable resources.

Based on Ministry of Energy and Mineral Resources' energy development roadmap, Indonesian government targeted to produce 10,000 MW derived from a steam-electric power station which built in 2 phases. Energy from steam-electric power station is commonly produced by using coal and natural gas. Note that neither of those fuel sources are renewable ones. Furthermore, it is well-known that coal has environmental hazards.

Therefore, it is necessary to exercise the solution for energy saving in planning and development, particularly on key built environments for sustainable human life.

Keywords: energy, environment, electrical



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan ke Hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat limpahan Rahmat dan Karunia-Nya proses penulisan proposal tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Dalam tugas akhir ini saya membahas mengenai perancangan Pusat data digital melalui pendekatan konservasi energi.

Tugas akhir ini dibuat dengan berbagai penelitian dan bantuan beberapa pihak untuk membantu menyelesaikan tantangan dan hambatan selama mengerjakan tugas akhir ini. Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai opsi dalam penerapan desain ramah lingkungan di untuk jenis bangunan ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan tugas akhir ini.

Saya menyadari masih banyak kekurangan yang mendasar dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu saya mengundang pembaca untuk memberikan saran serta kritik yang dapat menjadi pertimbangan dalam pengembangan tugas akhir ini ini dimasa mendatang. Kritik konstruktif dari anda sangat saya harapkan untuk penyempurnaan Tugas Akhir saya.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Surabaya, 23 Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
I - PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Isu dan Konteks	3
1.3 Permasalahan dan Kriteria Desain	3
1.4 Kriteria Desain	4
1.4.1 Material	4
1.4.2 Energi	4
1.4.3 Air	4
1.4.4 Kesehatan	4
II - PROGRAM DESAIN	5
II.1 Tapak Dan Lingkungan	5
II.2 Kebutuhan Dasar	6
II.3 Pemrograman Fasilitas dan Ruang	7
II.3.1. Fasilitas Utama	7
II.3.2. Fasilitas Penunjang	7
II.4 Sirkulasi	7
II.4.1. Steril	8
II.4.2. Privat	8
II.4.3. Semi Privat	8
II.4.4. Publik	8
II.5 Luasan Ruang	9
III - PENDEKATAN DAN METODA DESAIN	10
III.1 Design Approach	10
III.2 Metoda Desain	10
III.3 Konsep Desain	11

IV - Eksplorasi Desain	13
IV.1 Eksplorasi desain 1	13
IV.1.1 Ruang Luar	14
IV.1.2 Fasad	14
IV.2 Eksplorasi desain 2	15
IV.3 Hasil Desain	17
IV.3.1 Utilitas	22
IV.3.2 Struktur	25
V - KESIMPULAN	28
DAFTAR PUSTAKA	viii
LAMPIRAN	ix

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Contoh suasana di dalam sebuah Pusat Data.....	2
Gambar 2 Sebuah rak Pusat Data dan perangkat komputer penyimpan dan pemroses data.....	2
Gambar 3 Diagram penggunaan energi pada sebuah Pusat Data.....	3
Gambar 4 Sistem pendinginan pada unit modul penyimpan dan pengolahan data.	4
Gambar 5 Lokasi obyek rancangan	5
Gambar 6 Diagram kebutuhan pada bangunan Pusat Data	6
Gambar 7 Tingkatan klasifikasi Pusat Data	7
Gambar 8 Diagram konsep sirkulasi ruangan	8
Gambar 9 Pengembangan desain menurut Yehuda E. Kallay.....	10
Gambar 10 Pengembangan metode desain berdasarkan kebutuhan dan jenis bangunan yang dipilih penulis.....	11
Gambar 11 Konsep bangunan serta sirkulasi bangunan.....	13
Gambar 12 Konsep sirkulasi ruang luar	14
Gambar 13 Konsep lanskap bangunan	15
Gambar 14 Konsep Fasad Bangunan	15
Gambar 15 Poros pada bangunan.....	15
Gambar 16 Potongan bangunan yang menunjukkan aktifitas di poros ruang luar.....	17
Gambar 17 Bentuk fasad bangunan dari sisi utara (atas) dan timur (bawah).....	17
Gambar 18 Denah Lantai 1	18
Gambar 19 Denah Lantai 2	19
Gambar 20 Denah Lantai 3	20
Gambar 21 Denah Rooftop.....	21
Gambar 22 Rencana tapak.....	22
Gambar 23 Sirkulasi air panas buangan sistem pendingin ruangan.....	23
Gambar 24 Diagram konsep sirkulasi air pada sistem pendingin	24
Gambar 25 Skema peralatan pemadam kebakaran berbasis gas dan pembagian zona pemadaman	25
Gambar 26 rangka ruang pada atap hall.....	25

I - PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kehidupan manusia di abad ke 21 sangat lekat kaitannya akan teknologi informasi. Teknologi informasi hadir dalam berbagai unsur kehidupan manusia. Pertanian, telekomunikasi, perbankan, hingga pemerintahan. Bahkan dalam kehidupan pribadi, teknologi informasi tidak bisa dipisahkan dari kehidupan manusia.

Berdasarkan riset IDC (sebuah lembaga riset pasar di amerika) terhadap ⁷

446 responden berumur 18-44 tahun, didapatkan data jika 79% pengguna ponsel membuka perangkat selular mereka dalam 15 menit terhitung dari saat mereka bangun tidur. Dan 62% responden membuka ponsel mereka sesaat setelah mereka bangun tidur.

Salah satu unsur pendukung teknologi informasi ialah komputer. Kehadiran komputer pada kehidupan manusia mempermudah manusia dalam menyelesaikan pekerjaan-pekerjaan yang sebelumnya sangat sulit untuk dilakukan. Sebagai contoh penyimpanan *database* kependudukan, data statistik daerah, *database* perbankan, dan masih banyak penerapannya di bidang yang lainnya.

Besarnya manfaat akan penggunaan perangkat teknologi informasi memiliki dampak negatif berupa meningkatnya kebutuhan akan suplai energi listrik. Sebagai gambaran, sebuah perangkat komputer untuk pengguna rumahan menggunakan daya

sebesar ± 100 watt. Sedangkan peningkatan jumlah komputer di Indonesia setidaknya bisa mencapai 2 juta unit tiap tahunnya ² data Apkomindo. Sehingga bisa diperkirakan setidaknya kebutuhan energi listrik di indonesia meningkat sekitar 200 KW tiap tahunnya hanya dari penggunaan komputer atau sebesar 6,6 % dari produksi listrik nasional ³ data Kementrian ESDM dalam ESDM IEO.

Sebagai langkah penghematan energi dalam penggunaan komputer, maka fungsi komputer sebagai perangkat penyimpanan dan pemroses data dapat digantikan oleh Pusat Data. Selain memungkinkan pertukaran data yang lebih cepat antar komputer yang terpisah jarak geografis, penggunaan Pusat Data juga mampu menghemat daya sebesar 30 persen dari penggunaan komputer konvensional ⁴ data schneider electric. Namun penghematan daya yang dilakukan oleh sebuah Pusat Data yang ada saat ini (terutama di indonesia) belum cukup maksimal. Karena pada prakteknya sebuah Pusat Data membutuhkan energi yang cukup besar pula.

Sebuah Pusat Data berukuran besar yang beroperasi dalam sebuah skala industri beroperasi menggunakan sumber daya (listrik) yang sama besarnya dengan sebuah kota kecil ^{James Glanz} (September 22, 2012). "Power, Pollution and the Internet". The New York Times. Retrieved 2012-09-25 dan terkadang menjadi salah satu penghasil polusi udara yang cukup signifikan dalam bentuk gas pembuangan mesin diesel. Data center umumnya digunakan untuk penyimpanan data yang dapat diakses setiap saat tanpa mengenal jarak geografis dengan menggunakan koneksi data (internet). Selain itu, sebuah Pusat

Data juga dapat digunakan sebagai pusat pengolahan data yang melayani pemrosesan data dalam skala besar. Sebagai contoh google (sebuah perusahaan pencarian internet yang juga melebarkan layanannya hingga pada penyimpanan data) memiliki beberapa Pusat Data dalam melayani permintaan data dari jutaan penggunanya. Data center tersebut bertugas sebagai penyimpan, pengolah, dan pemroses data baik milik google sendiri, maupun milik para pelanggannya.

Sebuah Pusat Data tidak hanya digunakan oleh perusahaan yang terkait langsung dengan internet, namun juga digunakan dalam bidang pemerintahan dan pertahanan negara. Contoh implementasinya ialah penyimpanan data kependudukan yang ditaruh di *server* milik pemerintah. Umumnya pemerintah akan menempatkan *server*nya pada sebuah Pusat Data bisa di Pusat Data milik pemerintah sendiri maupun di milik perusahaan yang ditunjuk oleh pemerintah.

Dalam pengoperasiannya, sebuah Pusat Data terdiri dari beberapa bagian. Secara garis besar komponen tersebut ada 2. Yaitu *Computing Equipment* dan *support System*. *Computing Equipment* terdiri atas Unit pemroses, Catu daya, perangkat penyimpanan, dan peralatan komunikasi. Sedangkan perangkat pendukung (*Support System*) Terdiri atas Perangkat catu daya cadangan, Perangkat Distribusi Daya (*Power Distribution Unit*), serta Perangkat pengkondisian Udara.



Gambar 1 Contoh suasana di dalam sebuah Pusat Data



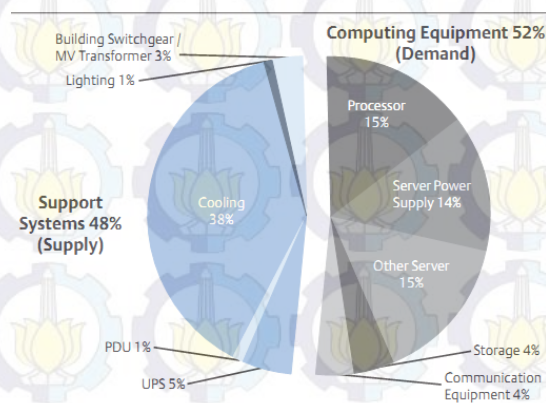
Gambar 2 Sebuah rak Pusat Data dan perangkat komputer penyimpan dan pemroses data

Berdasarkan fungsinya, Data center terbagi dalam 2 jenis, yaitu:

1. Pusat Data Internet : hanya untuk mendukung aplikasi terkait dengan Internet saja, biasanya dibangun dan dioperasikan oleh service provider atau perusahaan yang memiliki model bisnis berdasarkan pada Internet commerce.
2. Pusat Data *Corporate/Enterprise* : mendukung semua fungsi yang memungkinkan berbagai model bisnis berjalan pada layanan Internet, intranet, dan keduanya.

1.2 Isu dan Konteks

Berdasarkan analisis dari Emerson Network Power terhadap model tipikal dari Pusat Data berukuran 5000sqft (\pm 450 meter persegi), komponen pada Pusat Data yang menggunakan paling banyak energi adalah sistem pendinginan. Sedangkan secara keseluruhan peralatan komputasi mengambil porsi penggunaan energi sebesar 52%.



Gambar 3 Diagram penggunaan energi pada sebuah Pusat Data

Ini adalah gambaran pemakaian energi pada sebuah Pusat Data pada

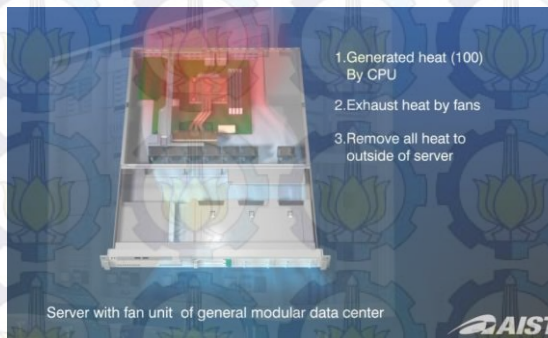
umumnya. Dimana penggunaan daya pada sebuah Pusat Data sangat besar termasuk di dalamnya hilangnya energi akibat tingkat efisiensi perangkat dan sistem elektronika pada sebuah Pusat Data. Penggunaan energi yang cukup besar ini akan merangsang pertumbuhan energi yang cukup besar pula sehingga akan meningkatkan jejak karbon yang berdampak buruk bagi lingkungan.

Untuk menanggulangi hal tersebut, diperlukan suatu sistem alternatif dalam pengoperasian sebuah Pusat Data sehingga mampu menghasilkan sebuah Pusat Data yang tidak hanya “powerful” namun juga ramah bagi lingkungan.

1.3 Permasalahan dan Kriteria Desain

Salah satu komponen yang menggunakan energi sangat besar dalam sebuah Pusat Data ialah perangkat/sistem pengkondisian udara atau yang bisa disebut sebagai Heating, Cooling, and Air Conditioning (disamping perangkat *server* yang beroperasi dalam Pusat Data), yaitu sebesar 38%. Sistem pendinginan pada perangkat Pusat Data yang ada di Indonesia saat ini secara keseluruhan masih menggunakan teknologi konvensional pada operasionalnya. Yaitu berupa pendinginan perangkat elektronik dengan pendingin udara.

Sistem seperti ini selain memboros energi, juga mendinginkan komponen elektronik tidak pada sasaran yang tepat. Hal ini dikarenakan sistem pendinginan melalui medium udara mendinginkan seluruh isi ruangan dengan suhu rendah sedangkan yang sebenarnya yang perlu didinginkan hanya komponen tertentu pada *server*.



Gambar 4 Sistem pendinginan pada unit modul penyimpanan dan pengolahan data.

Untuk mengatasi pemborosan energi tersebut, maka diperlukan sebuah sistem pendinginan yang efektif dan lebih hemat energi dalam sistem pendinginan sebuah Pusat Data.

I.4 Kriteria Desain

Kriteria desain yang diharapkan ialah berupa sebuah bangunan data center yang memenuhi konsep bangunan ramah lingkungan dimana kriteria-kriteria tersebut terdiri dari material, energi, air dan kesehatan.

I.4.1 Material

Material yang digunakan untuk membangun haruslah diperoleh dari alam, merupakan sumber energi terbarukan yang dikelola secara berkelanjutan, atau bahan bangunan yang didapat secara lokal untuk mengurangi biaya transportasi. Daya tahan material bangunan yang layak sebaiknya tetap teruji, namun tetap mengandung unsur bahan daur ulang, mengurangi produksi sampah, dan dapat digunakan kembali atau didaur ulang.

I.4.2 Energi

Penerapan panel surya diyakini dapat mengurangi biaya listrik bangunan. Selain itu, bangunan juga

selayaknya dilengkapi jendela untuk menghemat penggunaan energi (terutama untuk lampu serta AC). Untuk siang hari, jendela sebaiknya dibuka untuk mengurangi pemakaian listrik. Jendela tentunya juga dapat meningkatkan kesehatan dan produktivitas penghuninya. bangunan ramah lingkungan juga harus menggunakan lampu hemat energi, peralatan listrik hemat energi lain, serta teknologi energi terbarukan seperti turbin angin dan panel surya.

I.4.3 Air

Penggunaan air dapat dihemat dengan menginstal sistem tangkapan air hujan. Cara ini akan mendaur ulang air yang misalnya dapat digunakan untuk menyiram tanaman atau menyiram toilet. Gunakan pula peralatan hemat air, seperti pancuran air beraliran rendah, tidak menggunakan bathtub di kamar mandi, menggunakan toilet flush hemat air atau toilet kompos tanpa air, dan memasang sistem pemanas air tanpa listrik.

I.4.4 Kesehatan

Gunakan bahan-bahan bangunan dan furnitur yang tidak beracun serta produk dapat meningkatkan kualitas udara dalam ruangan, untuk mengurangi risiko asma, alergi, dan penyakit lainnya. Bahan-bahan yang dimaksud adalah bahan bebas emisi, rendah atau non-VOC, dan tahan air untuk mencegah datangnya kuman dan mikroba lainnya. Kualitas udara dalam ruangan juga dapat ditingkatkan melalui sistem ventilasi dan alat-alat pengatur kelembaban udara.

II - PROGRAM DESAIN

II.1 Tapak Dan Lingkungan

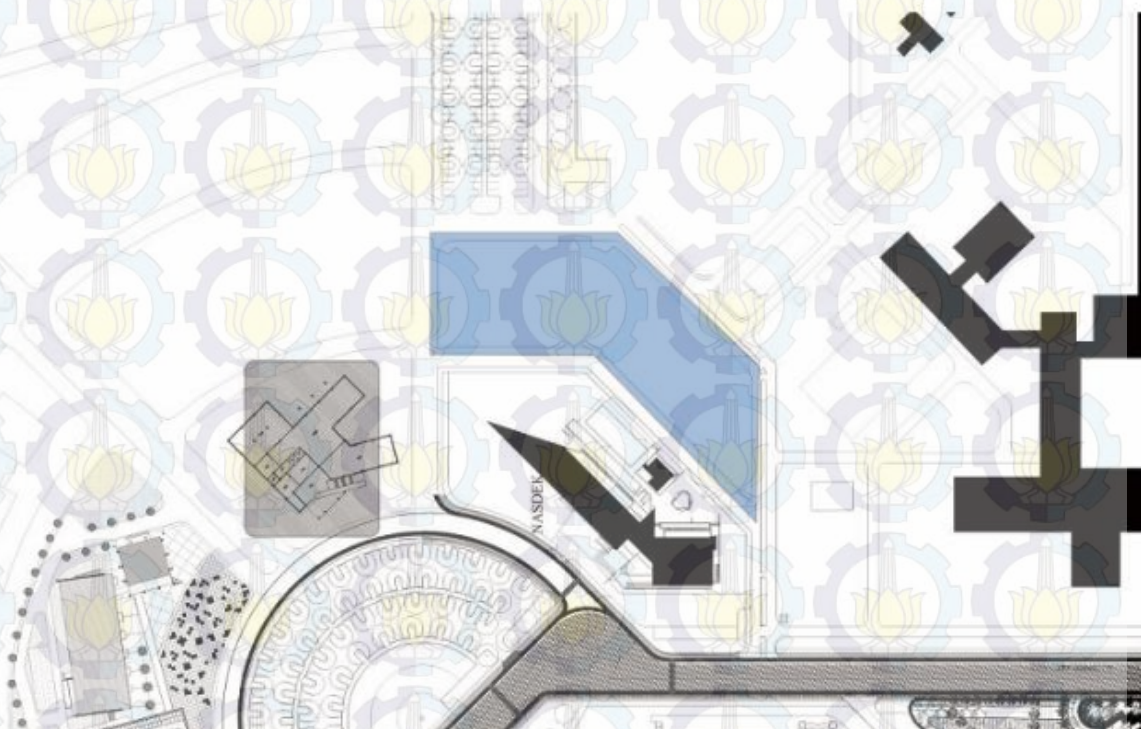
Pemilihan lokasi Pusat Data didasari dari kebutuhan sebuah lokasi dalam mencukupi kebutuhan mereka dalam melayani pengguna. Maka dari itu perlu ditentukan kebutuhan yang akan dilayani dan wilayah kerja dari sebuah Pusat Data itu sendiri. Dalam hal ini penulis membatasi wilayah pelayanan penyimpanan dan pengolahan data untuk skala regional. Terutama untuk skala lokal. Karena obyek yang di ambil penulis bertujuan sebagai eksperimen (dan percontohan) dalam pembuatan sebuah Pusat Data yang ramah lingkungan, maka ukuran bangunan ditentukan berupa bangunan Pusat Data skala kecil hingga menengah.

Dari cakupan wilayah pelayanan yang telah ditentukan tersebut, maka dapat ditentukan pula parameter ukuran lahan sebuah Pusat Data yang akan di

bangun. Hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi obyek ialah pengelola yang akan menjalankan operasional sebuah Pusat Data.

Selain itu sebuah Pusat Data harus memenuhi beberapa persyaratan lain. Antara lain persyaratan geografis, kontur tanah, ketersediaan infrastruktur dan persyaratan keamanan, baik keamanan terhadap lingkungan sekitar maupun kesiapan akan bencana alam.

Penulis dalam hal ini memilih site di daerah teknopark ITS dikarenakan beberapa hal. Antara lain karena kebutuhan sebuah kampus atas fasilitas penyimpanan dan pengolahan data. Selain itu berdasarkan penelitian dari University of Texas, adanya fasilitas Pusat Data ini dapat membantu dalam penelitian di bidang sains. Terutama di bidang komputasi dan virtualisasi.



Gambar 5 Lokasi obyek rancangan

II.2 Kebutuhan Dasar

Persyaratan Lokasi Gedung

Geografis

- Bebas Bencana Alam
- Bebas Tsunami
- Bebas Gempa Bumi
- Bebas Banjir

Kontur

- Permukaan Tanah Datar
- Gedung Sekitar Tinggi

Infrastruktur

- Akses Jaringan Telekomunikasi
- Akses Listrik
- Akses Air
- Akses Transportasi

Keamanan

- Keamanan Lahan
- Akses Pemadam Kebakaran

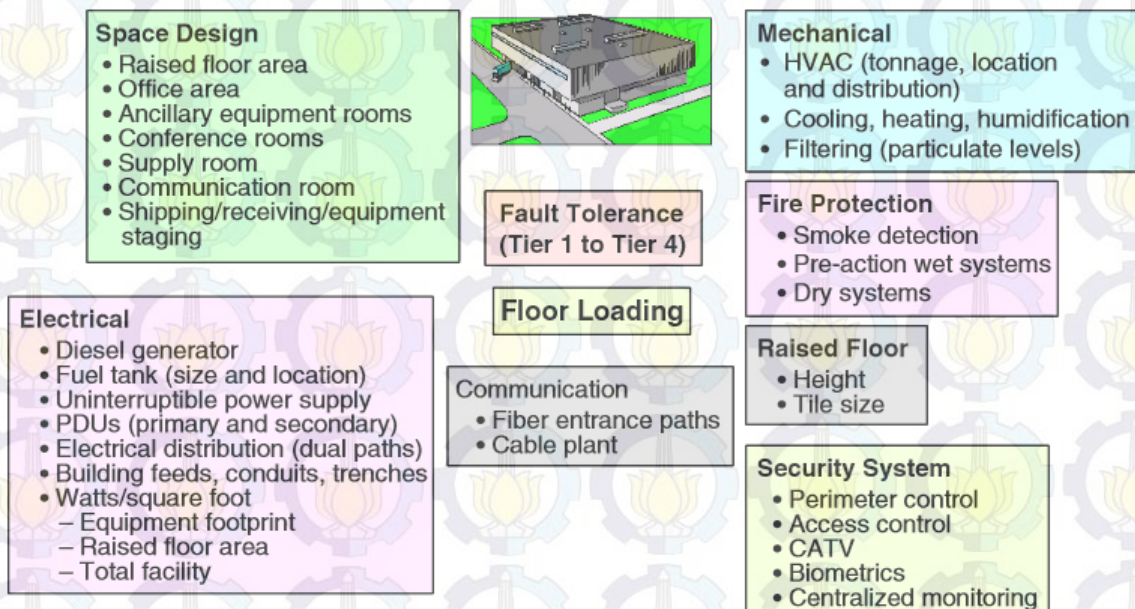
Tahap awal dari mendesain yaitu dengan menentukan kebutuhan desain yang ada berdasarkan building requirement yang telah ditentukan. Berdasarkan data dari gartner, maka sebuah Pusat Data setidaknya harus

memenuhi beberapa kebutuhan dasar. Hal tersebut antara lain :

- Tersedianya akses komunikasi
- Tersedianya jaringan data
- Tersedianya jaringan listrik cadangan
- Tersedianya sistem pengaturan udara
- Terjaminnya keamanan yang memadai

Persyaratan tersebut harus dipenuhi berdasarkan kemampuan dan klasifikasi dari sebuah Pusat Data. Klasifikasi sebuah Pusat Data terbagi menjadi empat tingkatan. Dimulai dari tingkat terendah berupa tier-1 hingga tertinggi, Tier-4

Klasifikasi ini dibagi berdasarkan pada tingkat ketersediaan Pusat Data pada sebuah jaringan internet. Dimana tidak tersambungunya sebuah Pusat Data dengan jaringan dapat disebabkan antara

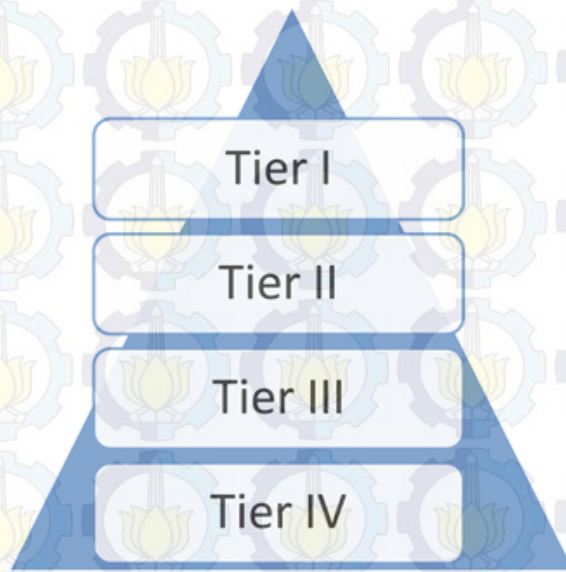


CATV: community antenna television or cable TV
HVAC: heating, ventilation and air conditioning
PDU: power distribution units

Source: Gartner Research (April 2005)

Gambar 6 Diagram kebutuhan pada bangunan Pusat Data

Datacenter Classification



- No redundant capacity, single path to power with 99.671% availability.
- Tier I + Redundant capacity + 99.741% availability.
- Tier I + Tier II + dual power systems + 99.982% availability.
- Tier I + Tier II + Tier III + dual power systems + HVAC Systems + 99.995% availability.

Gambar 7 Tingkatan klasifikasi Pusat Data

lain karena permasalahan jaringan, listrik dan bencana alam. Maka dari itu sebuah Pusat Data dituntut agar mampu menyediakan sumber daya (baik itu koneksi jaringan, energi listrik, serta keamanan) yang mampu menjamin operasionalnya.

II.3 Pemrograman Fasilitas dan Ruang

Kebutuhan ruang dalam sebuah Pusat Data dibagi dalam dua bagian. Yaitu ruang-ruang yang termasuk dalam kebutuhan utama (primer) yang harus dipenuhi dalam sebuah Pusat Data dan ruang-ruang yang termasuk pada kebutuhan penunjang (sekunder).

II.3.1. Fasilitas Utama

Berdasarkan data dari Gartner research center, yang dimaksud dengan fasilitas utama dalam sebuah Pusat Data ialah ruang-ruang yang tanpa ruang tersebut sebuah Pusat Data tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya. Ruang-ruang tersebut antara

lain. Ruang peralatan, Ruang ME, ruang Komunikasi serta ruang pusat kontrol komunikasi, serta gudang beserta drop areanya.

II.3.2. Fasilitas Penunjang

Sedangkan yang dimaksud dengan fasilitas penunjang (sekunder) dalam sebuah Pusat Data antara lain, ruang kerja, ruang rapat, ruang penerimaan tamu dan segala kebutuhan pendukung dari Pusat Data.

II.4 Sirkulasi

Sebuah Pusat Data harus menjamin tersedianya fasilitas keamanan pada bangunannya. Maka dari itu, pengaturan sistem dan pola sirkulasi menjadi hal penting yang harus diperhatikan dalam mendesain sebuah Pusat Data.

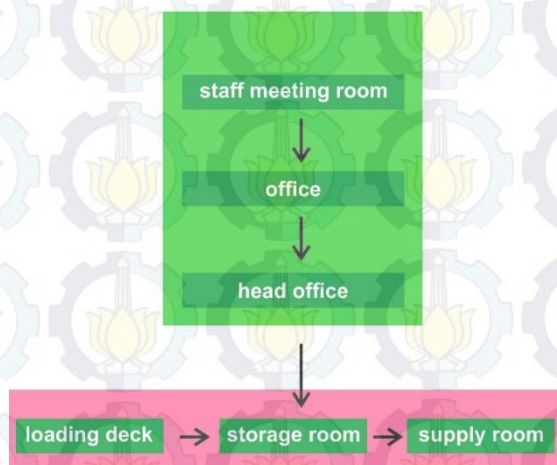
Terutama keamanan pada fasilitas penyimpanan data haruslah steril dari pihak yang tidak berkepentingan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka seluruh area pada Pusat Data harus

dipisahkan zonasinya berdasarkan pada tingkat sekuritasnya.

Ruangan-ruangan jika dibagi menjadi 4 level. Dimulai dari level steril, privat, semi-privat hingga publik.

II.4.1. Steril

Fasilitas yang termasuk dalam daftar ruangan dengan keadaan steril ialah ruangan yang hanya bisa diakses oleh pegawai pengelola Pusat Data dengan izin dari kepala Pusat Data. Pengaksesan ruangan ini hanya dapat dilakukan pada saat-saat tertentu saja dikarenakan kewajiban dari pengelola untuk menjamin keamanan data yang tersimpan pada sebuah Pusat Data. Sebagai contoh izin masuk hanya akan diberikan ketika akan dilakukan maintenance pada perangkat Pusat Data. Misalnya penggantian hardware, upgrade perangkat, penanggulangan bencana, dan lain sebagainya.



II.4.2. Privat

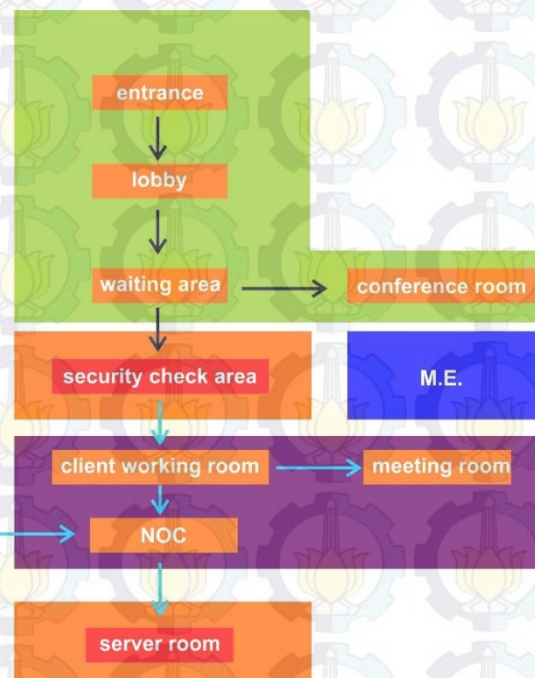
Zona privat ialah zona yang bisa diakses oleh pegawai dan klien dengan seizin pengelola dan telah mendapatkan pengecekan dari pihak keamanan pengelola. Ruang-ruang yang termasuk dalam zona ini antara lain Client working area, Client Working Room, NOC, Client Meeting room, Supply room, Storage room, dan loading dock.

II.4.3. Semi Privat

Zona ini adalah zona yang dapat diakses oleh publik yang berkepentingan sehingga pihak-pihak yang ingin mengakses fasilitas ini harus melalui resepsionis terlebih dahulu untuk mengaksesnya. Yang termasuk dalam fasilitas ini ialah conference room serta fasilitas office.

II.4.4. Publik

Fasilitas yang terdapat pada zona ini bebas diakses oleh semua pihak tanpa perlu izin khusus dari pengelola. Yang termasuk dalam fasilitas ini



Gambar 8 Diagram konsep sirkulasi ruangan

antara lain zona luar bangunan hingga lobby.

II.5 Luasan Ruang

Ruang	Luas
Lobby	16 m ²
R. Tunggu tamu	20 m ²
R. konferensi	80 m ²
R. keamanan	36 m ²
R. staff kantor	80 m ²
R. rapat staff	20 m ²
R. Kepala	16 m ²
R. Kerja klien	100 m ²
R. Meeting klien	40 m ²
NOC	27 m ²
Loading dock	30 m ²
R. Penyimpanan	50 m ²
R. Supply	50 m ²
R. Server	300 m ²
M.E.	60 m ²
Total	925 m²

III - PENDEKATAN DAN METODA DESAIN

III.1 Design Approach

Pendekatan Yang diambil dalam mengatasi masalah yang ada ditentukan melalui 3 nilai, yaitu pendekatan secara Sains, Ekologi dan Fungsi. Secara sains, proses mendesain dilakukan melalui riset mendalam mengenai permasalahan yang ada dan cara menangulangnya sehingga dihasilkan langkah-langkah yang akan ditempuh dalam menyelesaikan masalah tersebut. Selain itu dengan melakukan penelitian akan didapatkan parameter-parameter keberhasilan eksperimen desain dalam menangani permasalahan yang ada.

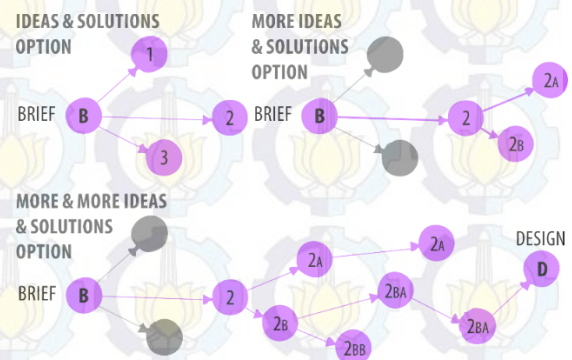
Secara ekologis, proses mendesain diarahkan agar bersifat ramah lingkungan. Dimana dengan pendekatan ini akan dihasilkan sebuah bangunan yang ramah terhadap lingkungan sekitarnya, serta mampu menekan emisi zat karbon yang menjadi permasalahan dunia. Sehingga dalam pendekatan ini diharapkan obyek rancangan tidak hanya menyelesaikan permasalahan yang ada, namun tidak menyebabkan permasalahan baru di kemudian hari.

Pendekatan terakhir yaitu melalui pendekatan fungsi. Dimana proses mendesain mengutamakan kemampuan sebuah obyek desain dalam menjalankan fungsinya, bukan melalui pendekatan bentuk. Sehingga bentuk estetis bangunan terjadi bukan karena sesuatu yang

disengaja melainkan karena implikasi dari fungsi yang ada.

III.2 Metoda Desain

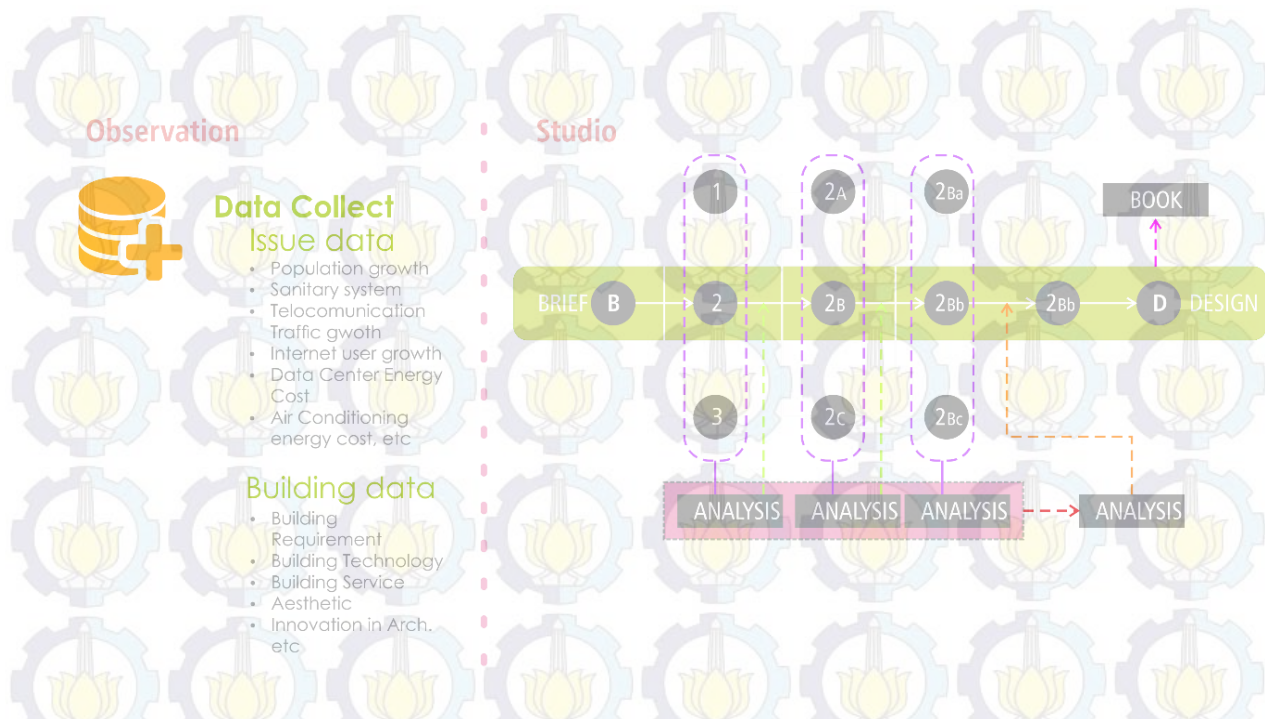
Metode desain yang digunakan berdasarkan pada teori desain investigasi yang dikemukakan oleh prof. Yehuda E Kallay. Dimana pada teori tersebut beliau mengemukakan jika dalam tiap proses desain dilakukan berdasarkan pada proses investigasi selektif terhadap pilihan-pilihan ide dan solusi yang ada.



Gambar 9 Pengembangan desain menurut Yehuda E. Kallay

Dalam metode ini, proses mendesain dilakukan dengan membuat banyak opsi-opsi desain yang akan di eliminasi dengan cara memilih satu atau beberapa dimana opsi yang terpilih tersebut akan dikembangkan untuk diseleksi lagi. Dengan melakukan hal semacam ini, maka akan di dapatkan desain terbaik karena desainer dapat mengeksplorasi banyak kemungkinan desain yang ada.

Untuk menyesuaikan dengan kebutuhan penulis, maka penulis



Gambar 10 Pengembangan metode desain berdasarkan kebutuhan dan jenis bangunan yang dipilih penulis

mengembangkan metode ini secara lebih mendetail. Proses ini dibagi menjadi dua tahap utama. Yaitu tahap observasi dan tahap desain (studio).

Dalam tahap observasi dilakukan pengumpulan data-data yang diperlukan dalam proses mendesain penulis. Data-data tersebut antara lain data-data mengenai isu dan data tentang bangunan. data tentang isu berupa data tentang kondisi masyarakat urban, pertumbuhan populasi, pertumbuhan penggunaan energi, dan pertumbuhan pengguna perangkat elektronik.

Sedangkan data tentang bangunan berupa kebutuhan bangunan yang akan di bangun, teknologi bangunan, estetika, dan inovasi yang dapat digunakan untuk mengembangkan bangunan tersebut.

III.3 Konsep Desain

Konsep desain yang di ambil adalah green Pusat Data. Dimana dengan konsep

desain ini diharapkan agar dihasilkan rancangan bangunan yang ramah lingkungan.

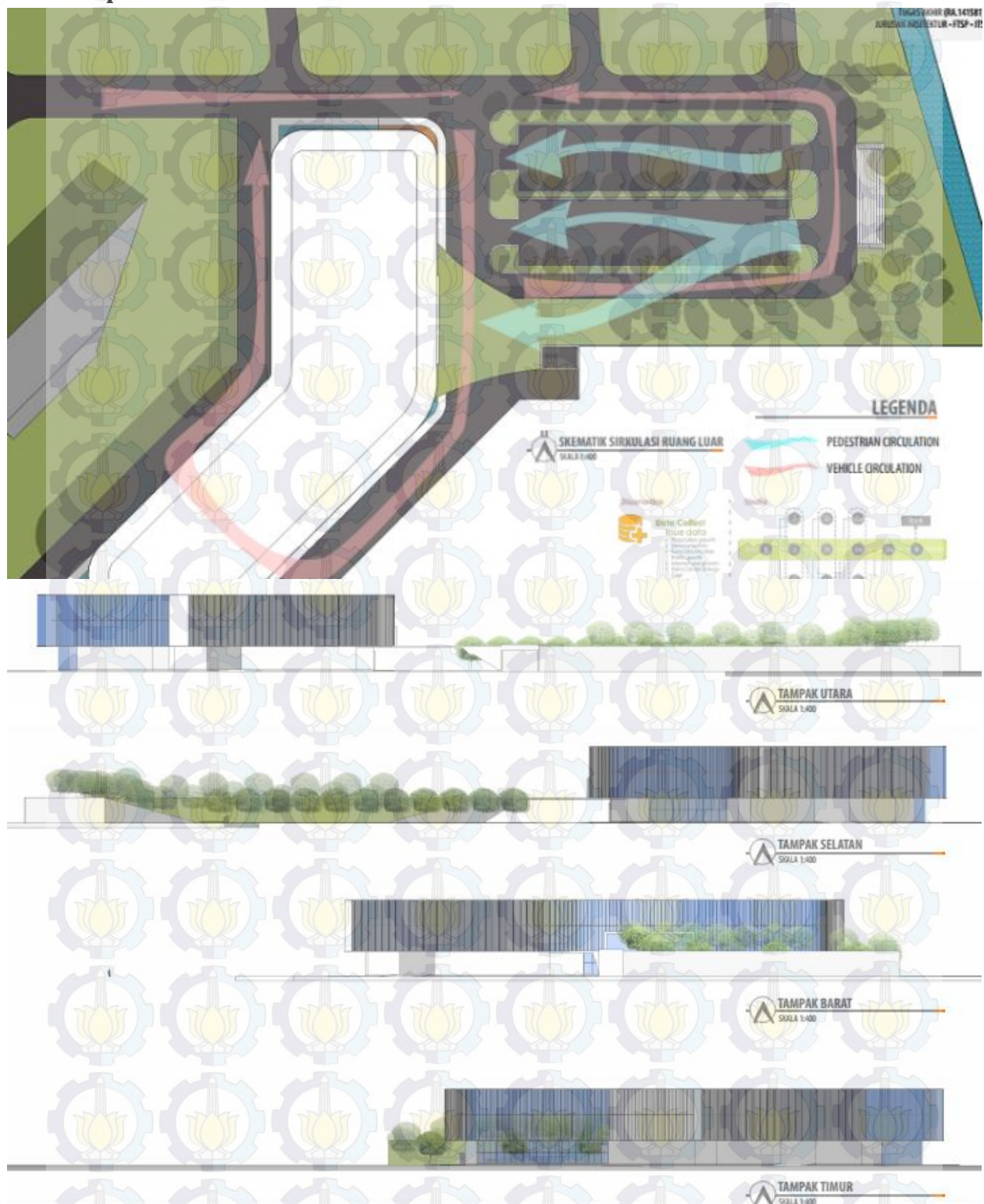
Penerapan konsep green Pusat Data dilakukan dengan penerapan pendinginan perangkat Pusat Data berbasis water cooling. Dimana berdasarkan data dan penelitian dari Asetek (perusahaan penyedia perangkat pendinginan pada Pusat Data), penerapan penggunaan water cooling pada sebuah Pusat Data dapat mengurangi biaya listrik setidaknya sebanyak 50%. Seperti perlu diketahui, 60% dari penggunaan listrik pada Pusat Data terdapat pada perangkat pengkondisian udara (HVAC). Sehingga penerapan sistim pendinginan ini akan sangat berpengaruh pada pengtgunaan energi pada sebuah Pusat Data.

Selain Pusat Data ini direncanakan untuk tetap menjamin keamanan. Hal ini dilakukan dengan cara memisahkan antara jalur sirkulasi pada area klien dan

pengelola. Dimana pada area penyimpanan dan pengoperasian perangkat Pusat Data dilakukan pensterilan. Sehingga tidak semua orang dapat memasuki wilayah tersebut tanpa izin dari kepala Pusat Data. Namun hal seperti ini memiliki sisi kekurangan. Yaitu ketika terjadi bencana, maka keselamatan perangkat dan data tidak dapat dijamin. Langkah untuk menanggulangi hal tersebut dengan menyediakan ruang NOC (*Network Operating Control*). Dimana pengendalian perangkat dapat dilakukan secara jarak jauh dan tanpa harus dengan bersentuhan langsung secara fisik dengan perangkat.

IV - Eksplorasi Desain

IV.1 Eksplorasi desain 1

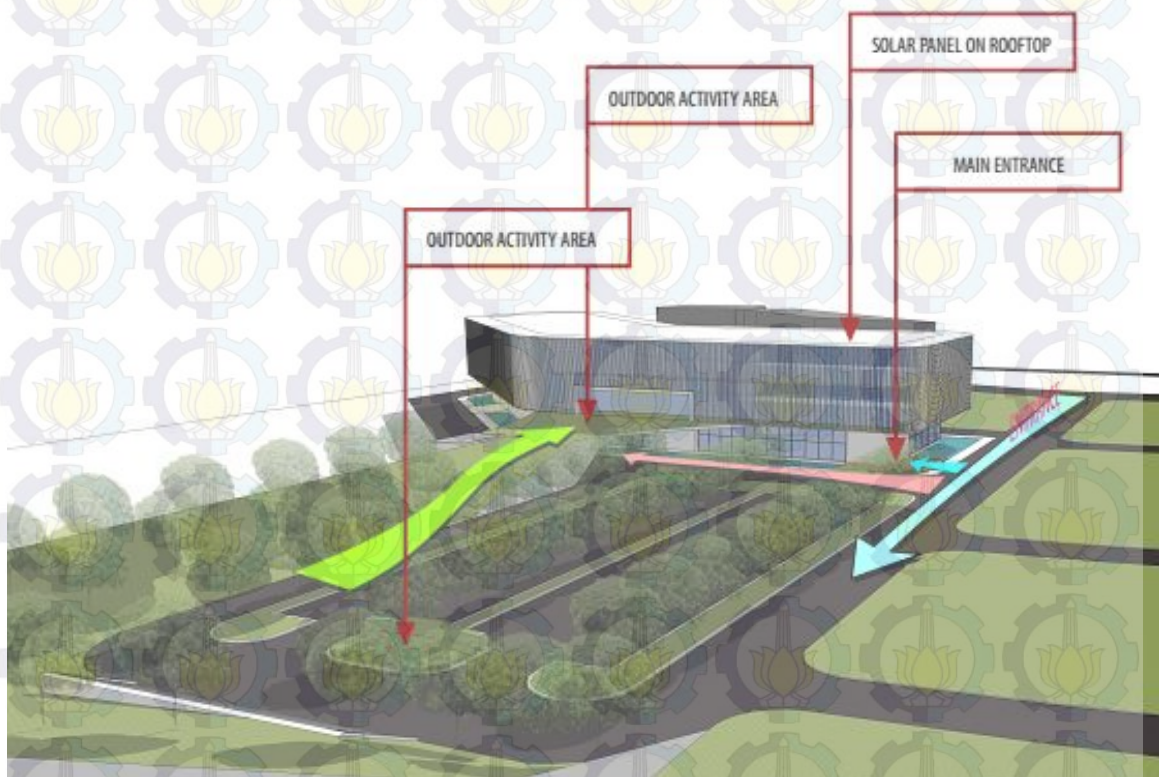


Gambar 11 Konsep bangunan serta sirkulasi bangunan

Desain tahap awal diwujudkan dalam bentuk bangunan lengkung. Hal ini dimaksudkan agar bangunan mampu mengatasi zona positif dan negatif di dalam lahan. Hal tersebut dapat terwujud karena posisi bangunan yang mengisi keseluruhan lahan yang potensial terjadi sisi negatif. Sedangkan untuk mengatasi sisi negatif dari luar lahan, terutama dari

IV.1.1 Ruang Luar

Konsep ruang luar dibuat agar pengunjung tidak hanya dapat menikmati bangunan dari dalam. Dimana hal tersebut tidak dapat dinikmati oleh semua kalangan (karena pengunjung akan lebih tertarik untuk mengunjungi sisi luar ruangan dibandingkan dengan jika masuk ke dalamnya).



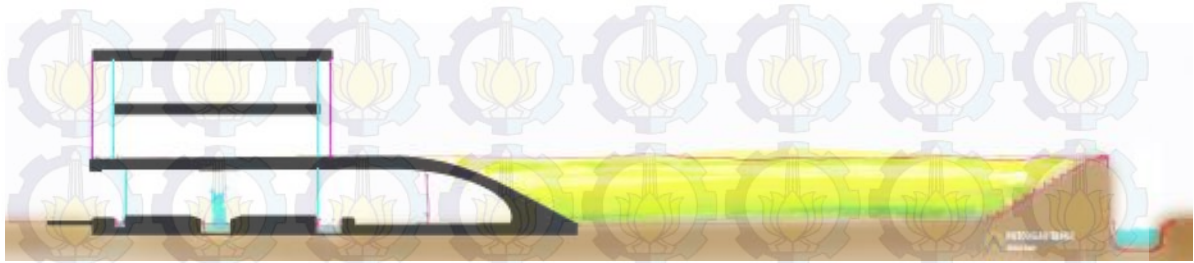
Gambar 12 Konsep sirkulasi ruang luar

arah permukiman warga, dilakukan peninggian lahan sehingga penghuni permukiman tidak dapat melakukan akses baik secara fisik maupun secara visual. Hal ini dibuat agar obyek desain tetap memiliki privasi karena kebutuhannya akan tingkat keamanan.

Oleh karena itu, maka dibuatlah dua buah area aktivitas luar ruangan, Dimana area tersebut dapat digunakan untuk kegiatan-kegiatan yang bersifat publik.

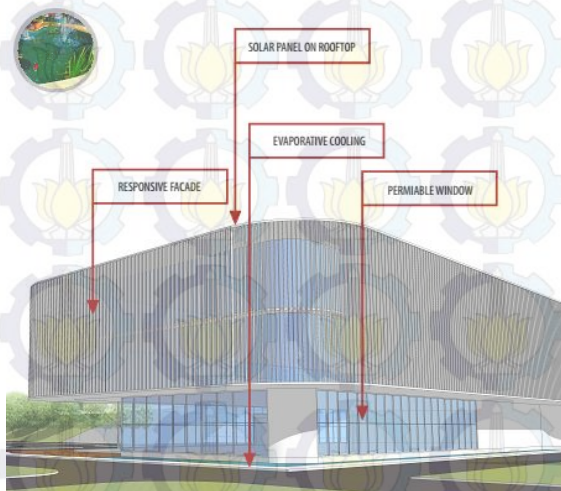
IV.1.2 Fasad

Pengolahan fasad dilakukan sebagai respons terhadap iklim lokal. Dimana tingkat intensitas cahaya yang tinggi di



Gambar 13 Konsep lanskap bangunan

atasi dengan pemanfaatan fasad yang bersifat responsif terhadap arah intensitas cahaya. Hal ini di wujudkan melalui bentuk fasad yang berupa sirip-sirip yang mampu berputar mengikuti perintah mesin kontrol yang ada. Dengan perubahan arah matahari dan tingkat intensitas cahayanya, maka fasad akan beradaptasi dengan membuka-menutup sesuai dengan tingkat penyinaran disaat itu. Hal ini dapat mengurangi tingkat penggunaan energi di bangunan karena akan mengurangi penggunaan energi listrik, terutama di sektor pengkondisian udara.

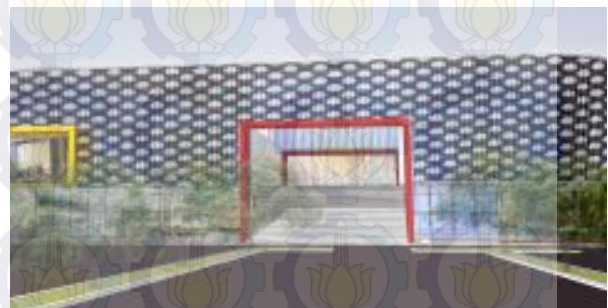


Gambar 14 Konsep Fasad Bangunan

IV.2 Eksplorasi desain 2

Eksplorasi di tahap yang selanjutnya dilakukan dengan perubahan konsep area ruang luar. Dimana setelah proses review

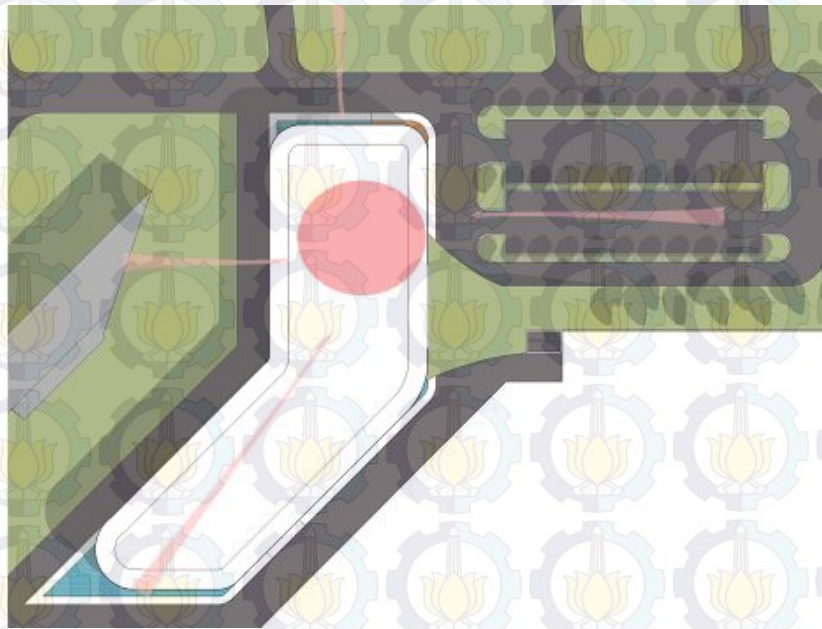
didapati kelemahan sistem peninggian lahan pada sisi timur lahan akan sangat tidak efektif. Karena peninggian yang dilakukan mencapai ketinggian 5 meter. Selain itu gubahan ruang luar juga mengalami perubahan. Dimana bangunan diberi void sehingga dapat menjadi poros visual dari pengunjung ketika menuju ke bangunan utama. Poros tersebut membuat pengunjung mendapatkan pemandangan gedung eksisting (NASDEC) yang ada di sekitar lokasi.



Gambar 15 Poros pada bangunan

Konsep desain yang baru ini mengakibatkan perubahan pada denah sisi utara. Terutama di lantai satu dan dua. Hal ini dikarenakan adanya poros yang di desain, mengakibatkan perubahan keseluruhan dari bentuk bangunan. Ruang terbuka bagi publik di pindahkan ke area terbuka di lantai 2. Sehingga pengunjung yang tidak memiliki kepentingan khusus, atau hanya sekedar lewat untuk menuju ke

gedung NASDEC, dapat melalui area terbuka di lantai 2 yang ada.



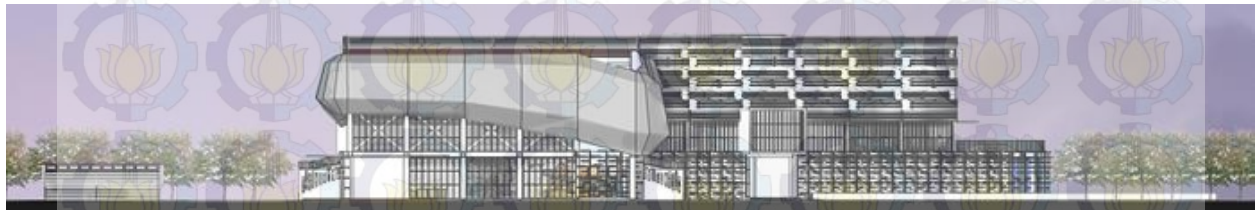
IV.3 Hasil Desain

Pada tahap ini dilakukan penyempurnaan sisi arsitektural bangunan serta sistem utilitasnya.

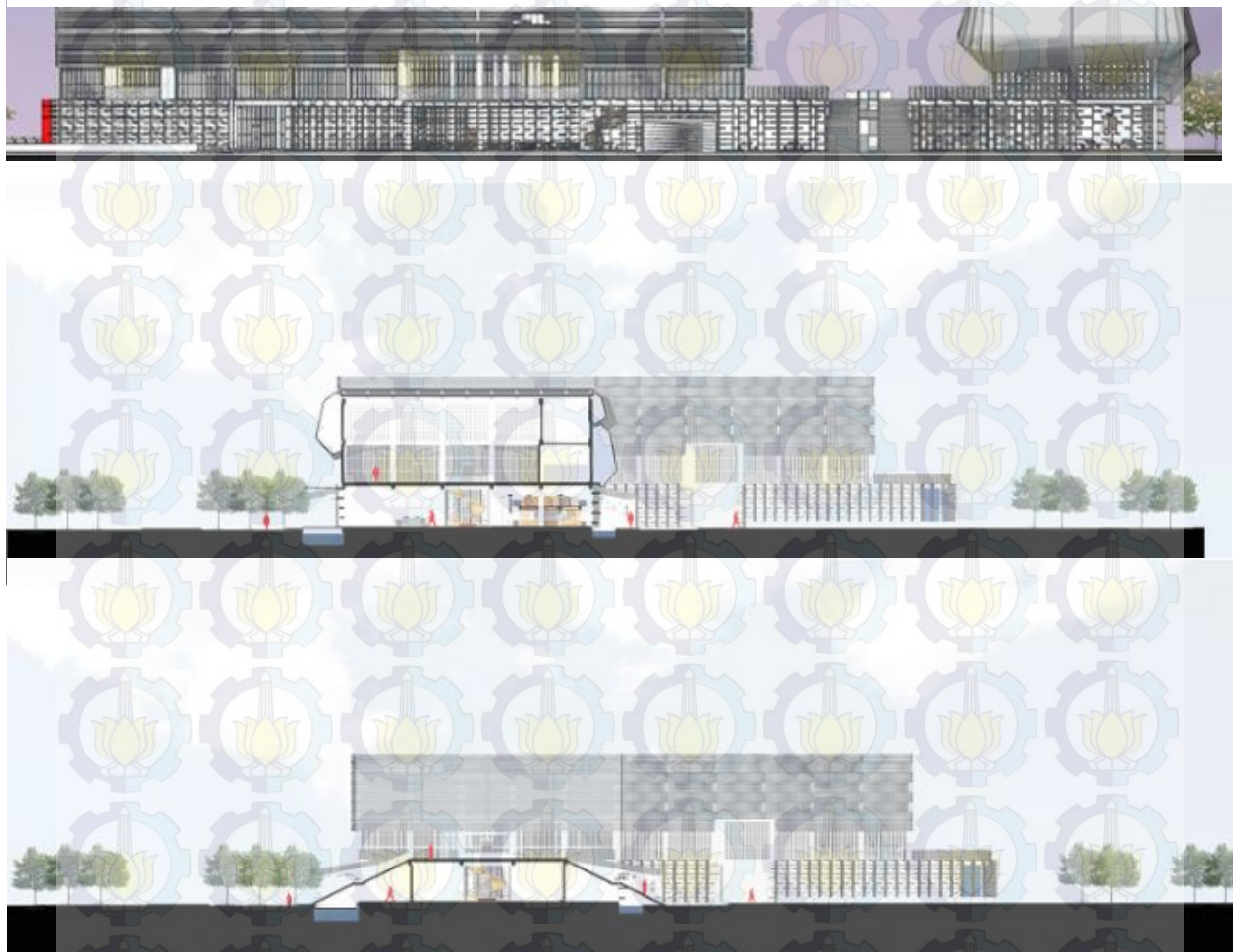
Tampilan fasad bangunan dibuat berbeda antara sisi utara dengan selatan. Hal ini dimaksudkan agar timbul kesan perbedaan massa bangunan. Hal ini sesuai dengan zonasi massa bangunan. Dimana sisi utara bangunan

merupakan zona publik dan sisi selatan sebagai zona privat. Sedangkan sisi bangunan di lantai 1 (baik sisi utara maupun selatan), dibuat seragam dengan memanfaatkan kisi-kisi. Hal ini dimaksudkan agar bangunan lantai 1 dapat menjadi pengikat kedua massa bangunan.

Untuk ruang luar bangunan dilakukan perubahan dengan menjadikan bangunan hall hanya dapat di akses melalui ruang terbuka di

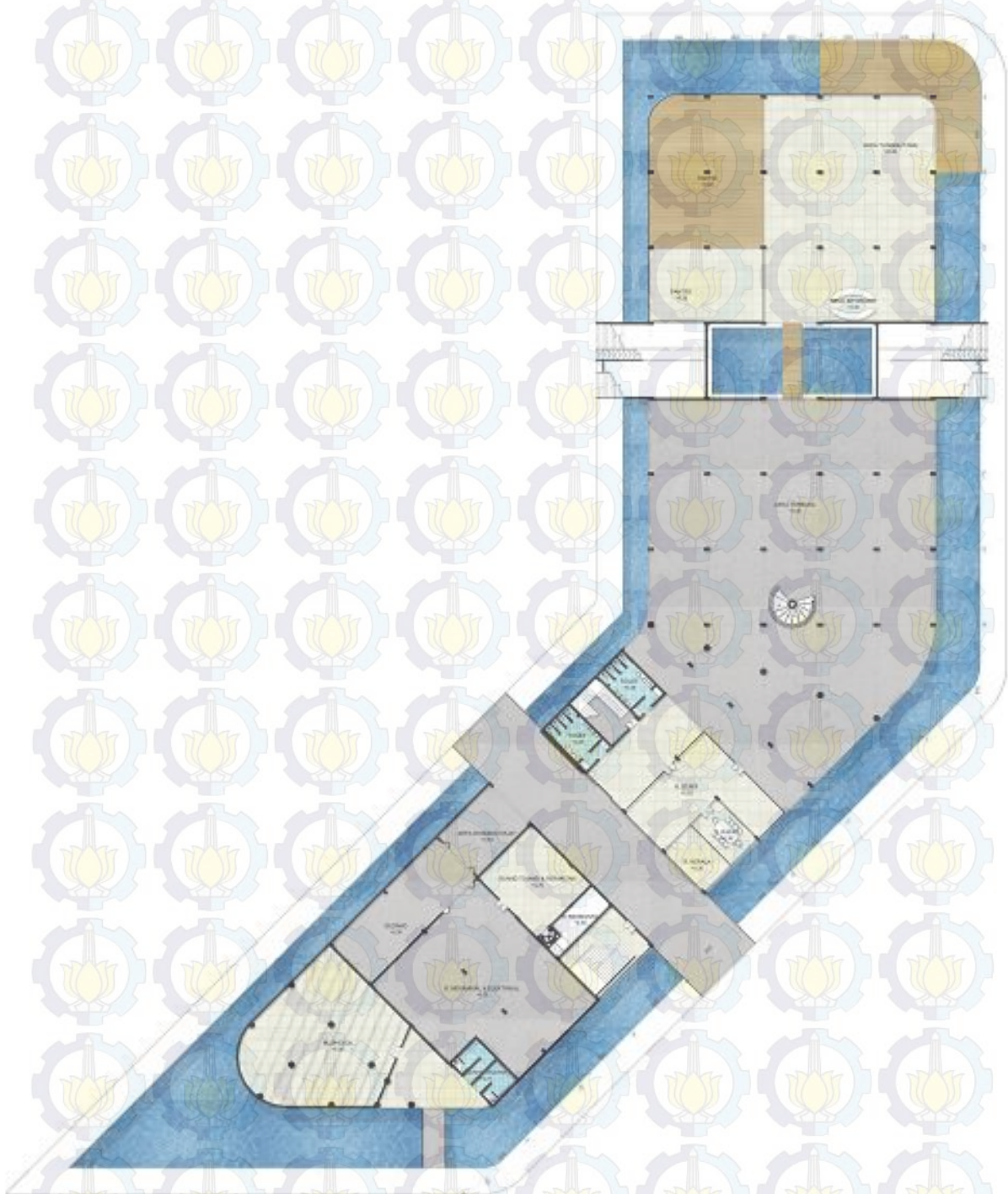


Gambar 17 Bentuk fasad bangunan dari sisi utara (atas) dan timur (bawah)

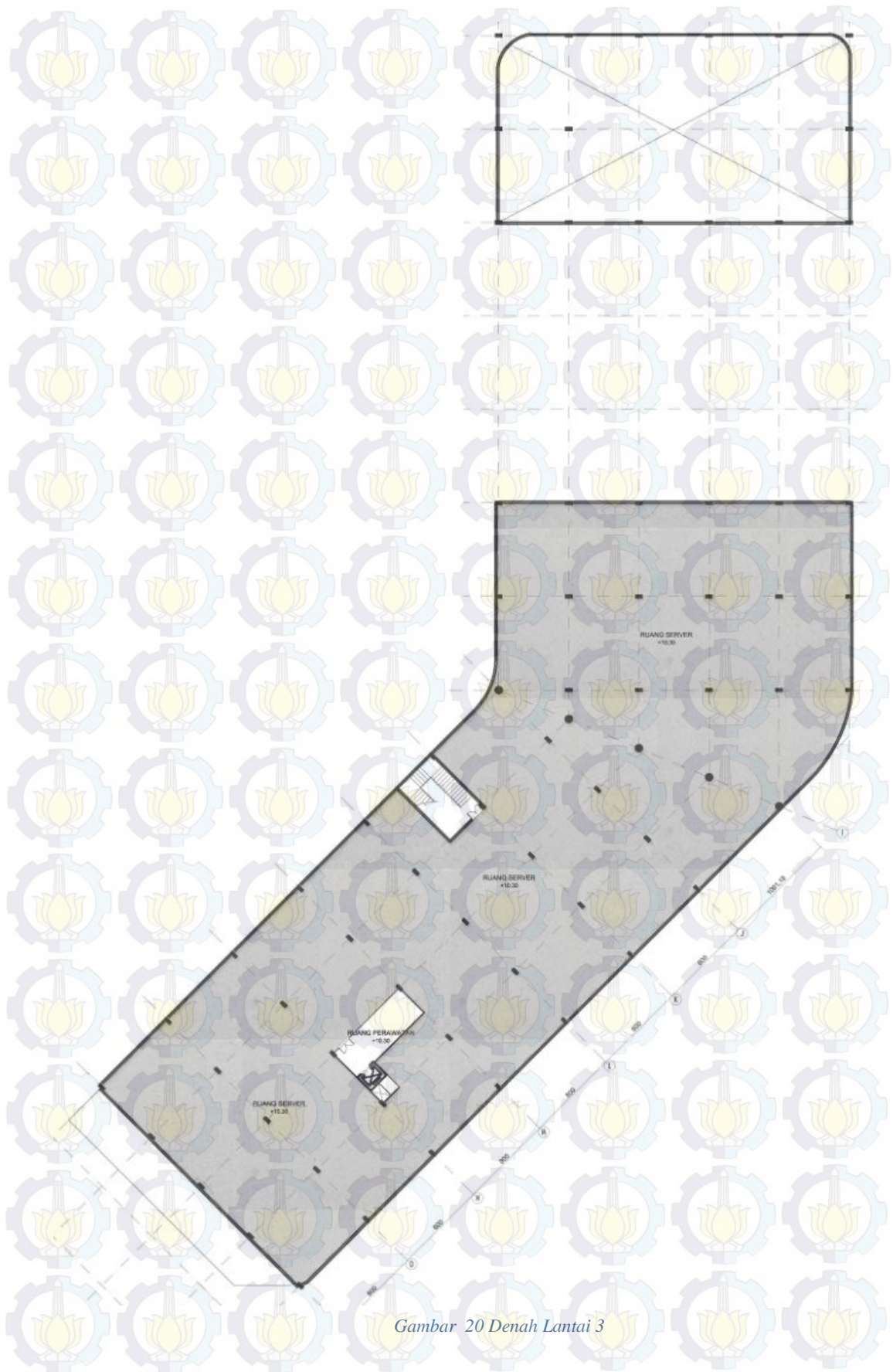


Gambar 16 Potongan bangunan yang menunjukkan aktifitas di poros ruang luar

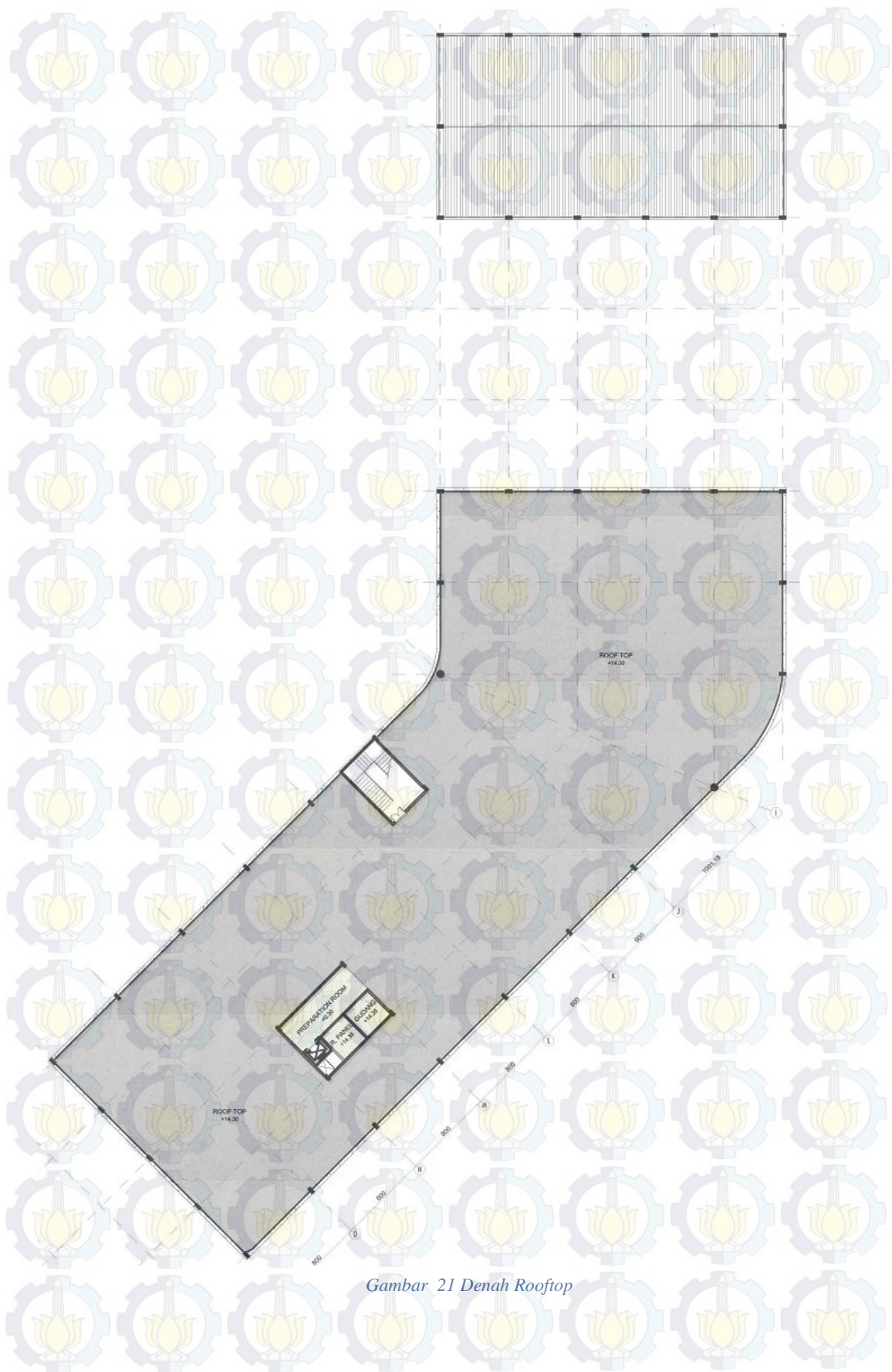
lantai 2. Ruang terbuka tersebut dapat di akses dari luar bangunan menggunakan tangga luar.



Gambar 18 Denah Lantai 1



Gambar 20 Denah Lantai 3



Gambar 21 Denah Rooftop



Gambar 22 Rencana tapak

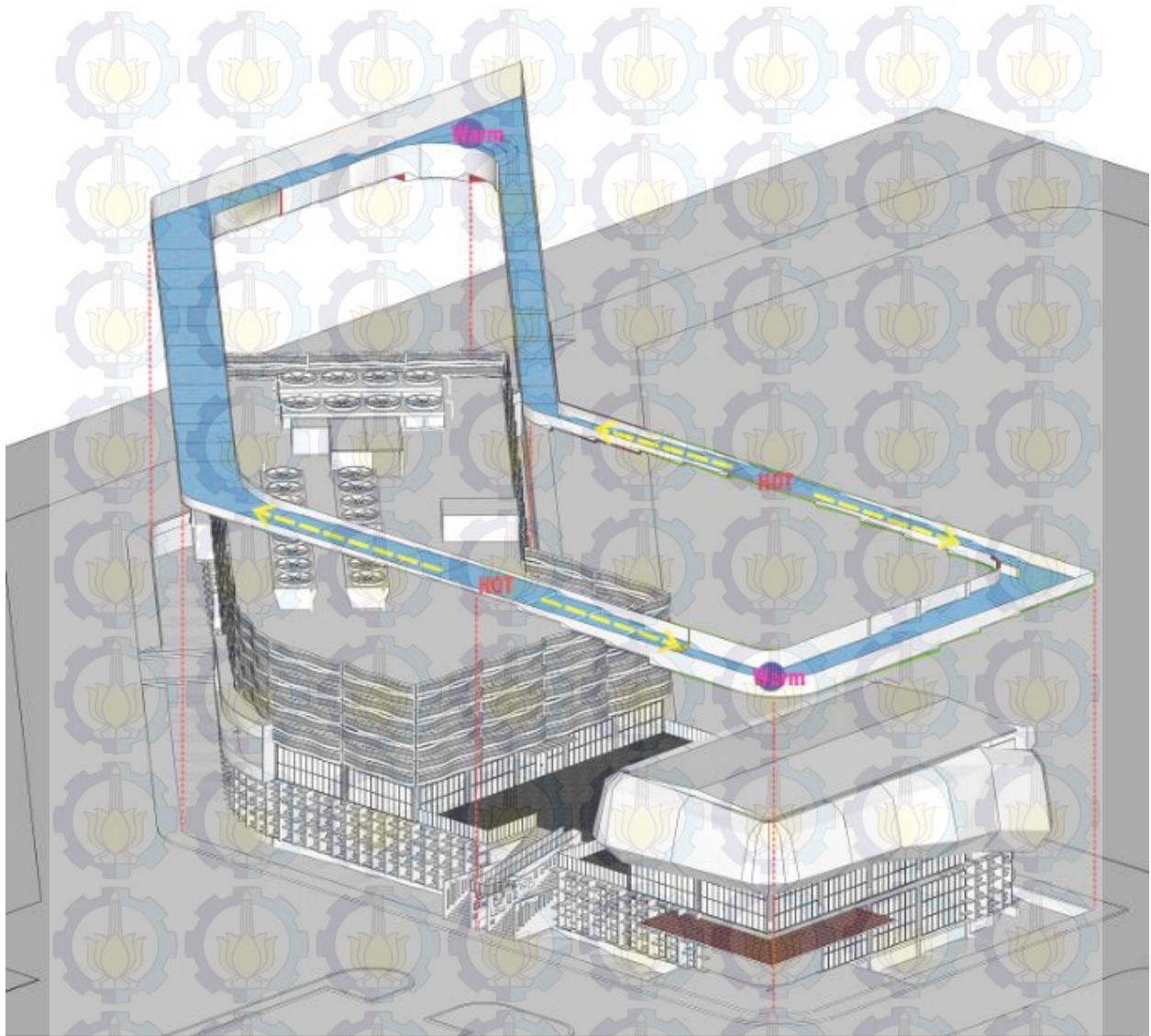
Pada lantai 1, ruang-ruang yang ada merupakan ruang utilitas dan publik serta semi publik. Dimana lantai ini menjadi pusat aktivitas yang ada di obyek rancang. Pada lantai 2, terjadi pemisahan antara sisi utara dan selatan yang dipisahkan oleh ruang luar (plasa). Hal ini dimaksudkan agar bangunan dapat menjaga privasinya. Dimana bangunan pusat data merupakan bangunan yang menuntut sekuritas yang tinggi. Untuk tetap menjaga keamanan bangunan, maka pintu masuk ke dalam data center serta NOC di beri area otorisasi. Dimana para pengunjung harus dapat menunjukkan identitas tertentu agar dapat masuk ke dalam ruangan tersebut.

Sedangkan pada lantai tiga dikhususkan untuk ruang operasional server. Serta di lantai 4 (rooftop) untuk *maintenance* perangkat utilitas bangunan.

IV.3.1 Utilitas

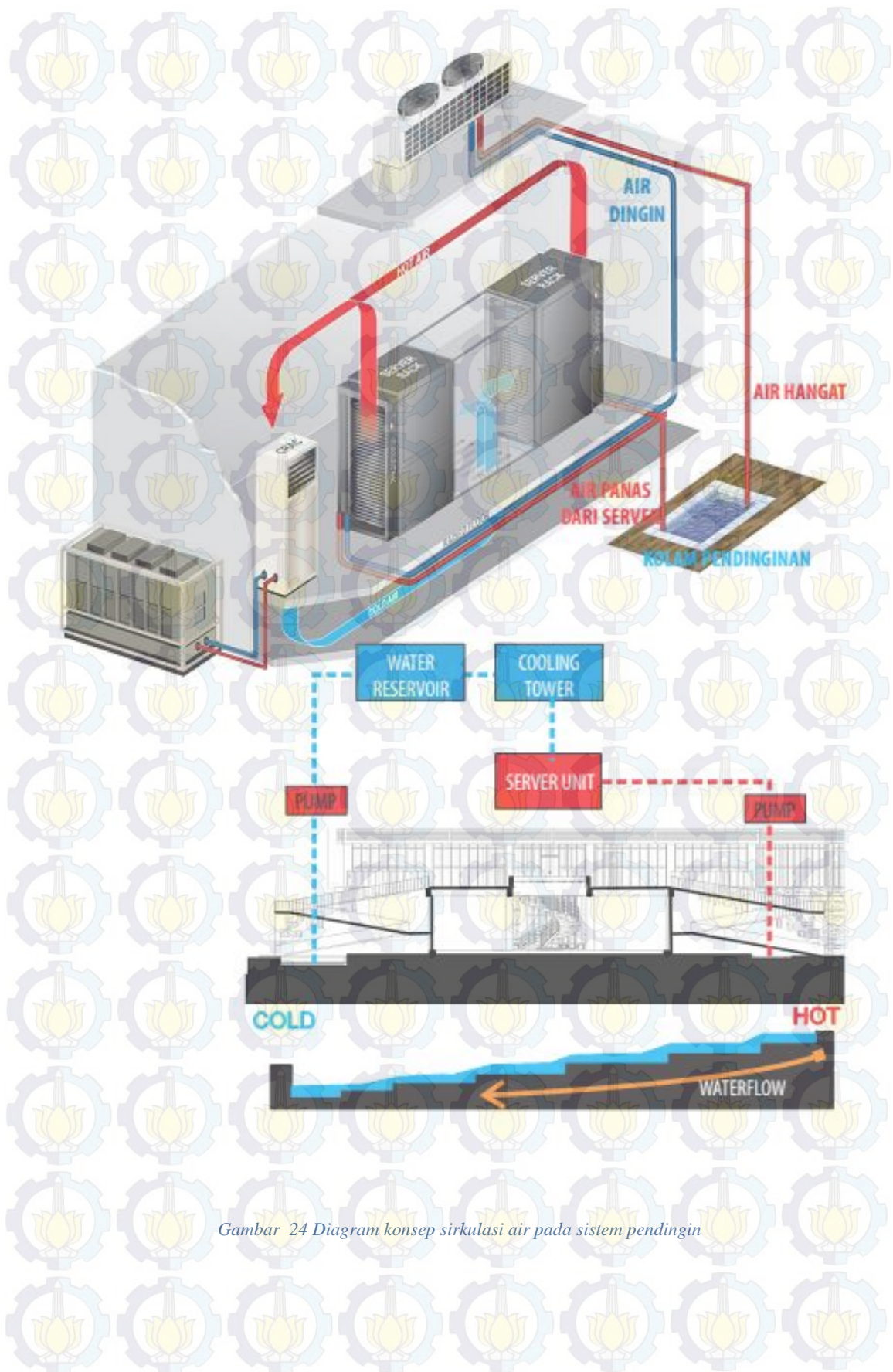
Desain sistem utilitas yang ada dibuat untuk mendukung konsep penghematan energi pada bangunan. Sistem pendinginan udara dan server berbasis air (water cooling) dipilih karena kemampuannya dalam menghemat energi hingga mencapai 50% dibandingkan dengan penggunaan perangkat pendinginan udara biasa. Maka dari itu sistem sirkulasi air dibuat sedemikian rupa agar mampu memaksimalkan sistem pendinginan air yang disiapkan.

Hal ini diterapkan dengan cara membuat mengalirkan air panas yang keluar dari peralatan penyimpanan data melalui trap-trap buatan sehingga air akan selalu mengalir. Dalam proses

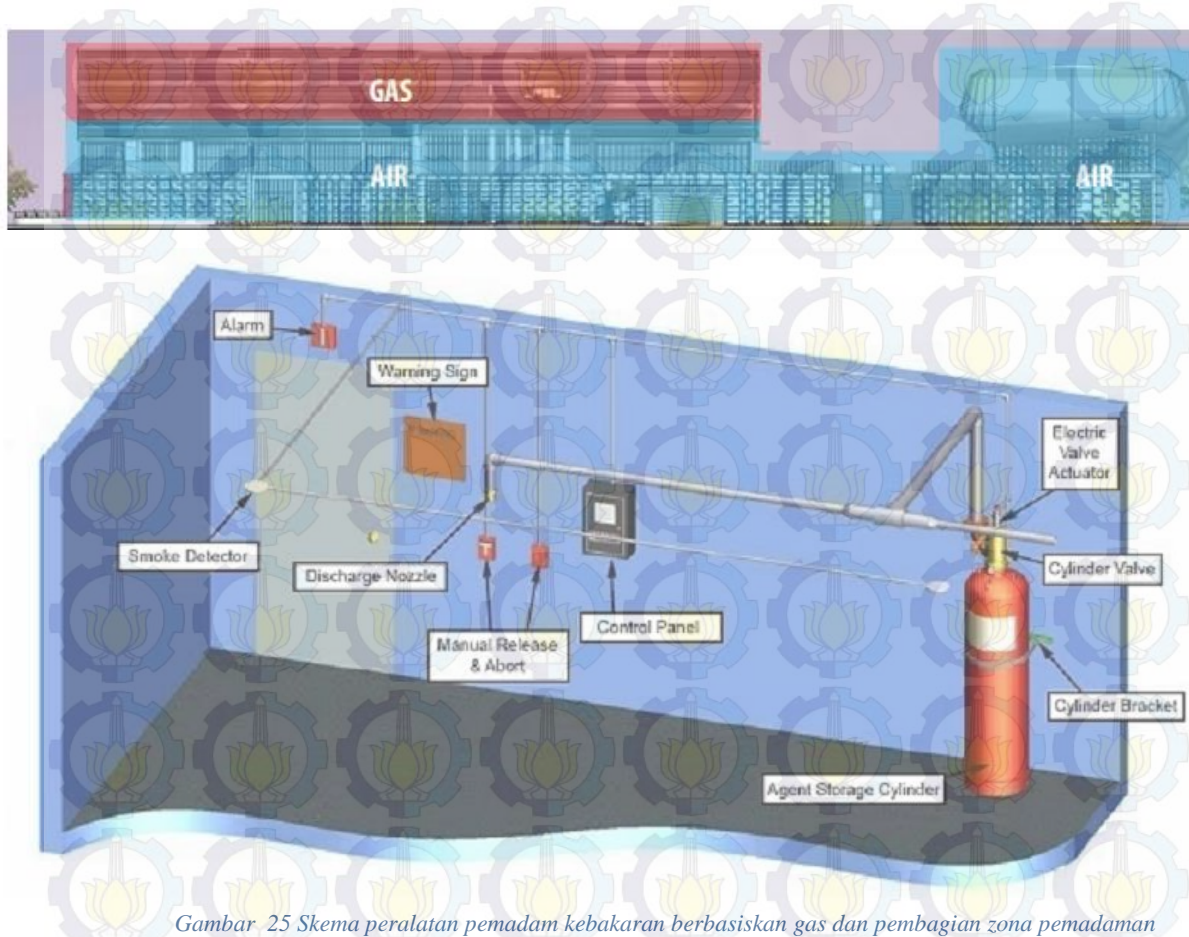


Gambar 23 Sirkulasi air panas buangan sistem pendingin ruangan

mengalirnya air ini akan terjadi evaporasi, dimana saat evaporasi tersebut suhu air akan turun. Kondisi buatan tersebut mampu menghemat penggunaan energi terutama untuk menggantikan fungsi chiller. Selain itu, uap air yang ada dapat dimanfaatkan sebagai elemen pendingin berbasis *evaporative cooling*.



Gambar 24 Diagram konsep sirkulasi air pada sistem pendingin



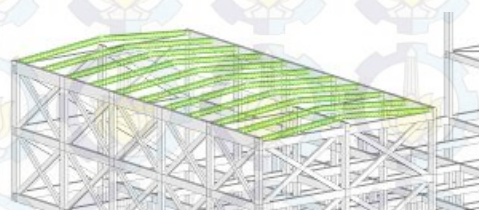
Gambar 25 Skema peralatan pemadam kebakaran berbasis gas dan pembagian zona pemadaman

Untuk sistem pemadam kebakaran digunakan dua jenis yaitu gas dan air. Pemadam berjenis gas digunakan pada ruangan operasional server. Hal ini dikarenakan persyaratan data center yang mengharuskan sistem pemadam menggunakan pemadam berbahan *non-water* karena sifat air yang dapat menyebabkan korsleting jika menyentuh komponen listrik (terutama jika terjadi kebakaran).

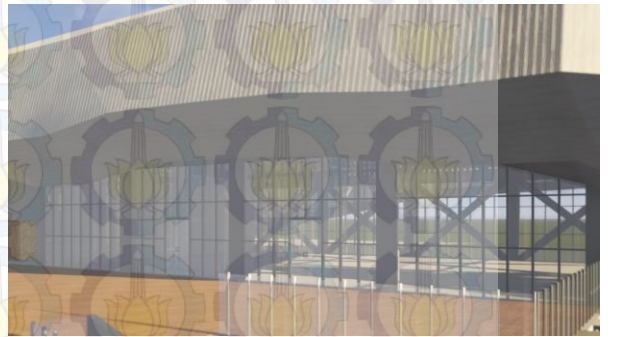
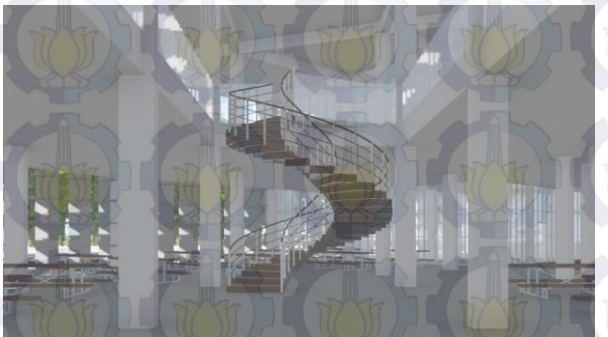
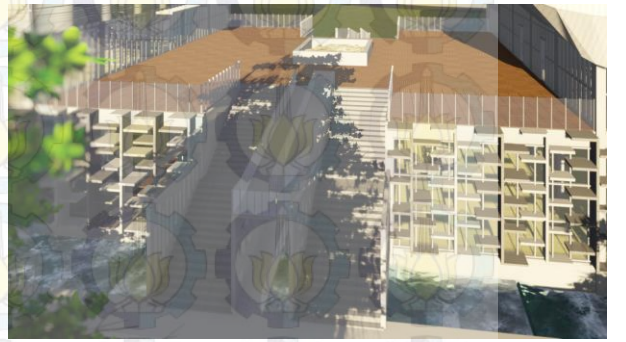
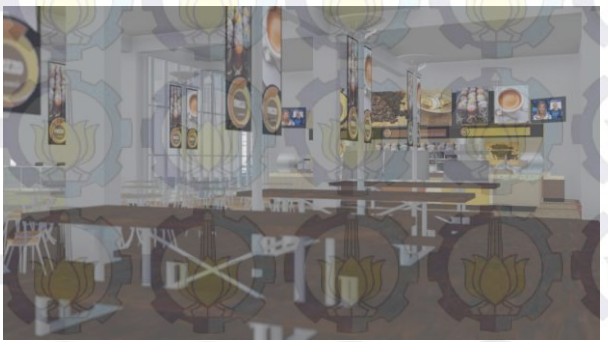
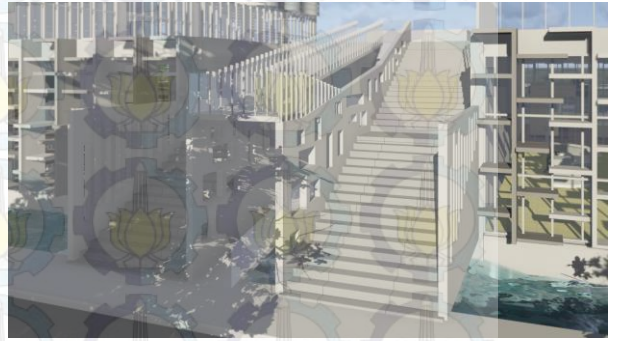
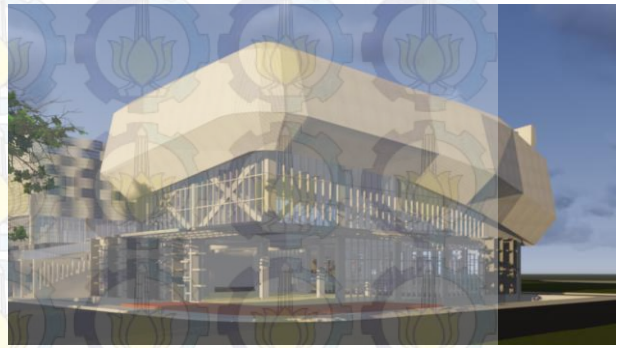
IV.3.2 Struktur

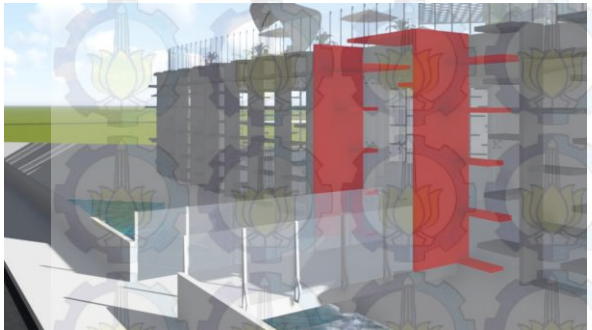
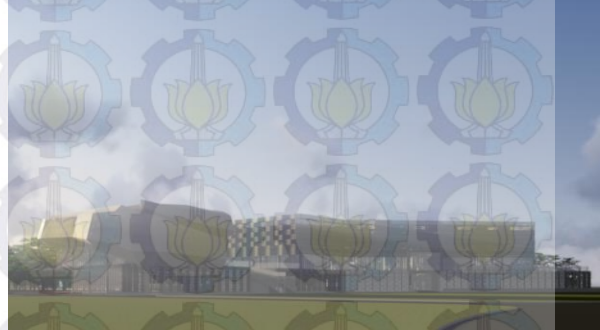
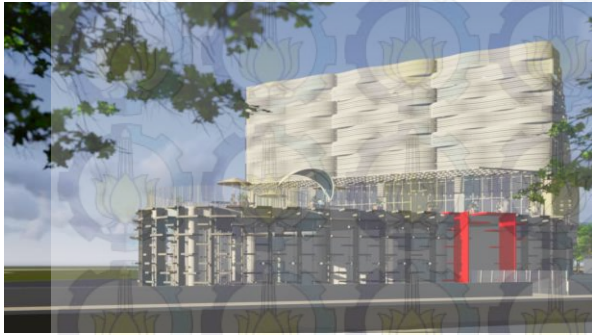
Sistem struktur yang dipakai berupa *rigid frame structure* dimana struktur jenis ini dipilih karena memiliki efisiensi yang baik dan mudah untuk dikerjakan di lapangan. sistem struktur ini dipakai di

semua bagian bangunan terkecuali untuk hall. Pada daerah hall, dipakai struktur boks dengan bracing pada diagonal-diagonal kolom dan balok. Hal ini dikarenakan ruangan hall membutuhkan bentang bangunan yang lebar. Sehingga struktur jenis ini dipilih agar dapat menahan beban yang ada. Untuk rangka atap, dipakai struktur rangka ruang karena struktur jenis ini memiliki kekuatan untuk menahan beban dalam bentang yang lebar.



Gambar 26 rangka ruang pada atap hall





V - KESIMPULAN

Bangunan pusat data digital merupakan bangunan yang berukuran relatif kecil namun menggunakan energi dalam jumlah besar. Hal ini dikarenakan banyaknya peralatan elektronik yang beroperasi di dalamnya. Konsumsi energi yang besar tersebut berakibat pada tingginya panas yang terbuang dari peralatan elektronik yang ada. Sedangkan perangkat pendinginan bangunan (HVAC) yang dibutuhkan juga meningkat. Oleh karena itu diperlukan sistem pembuangan panas yang efektif sehingga penggunaan energi listrik dapat dihemat sebesar mungkin. Hal ini dapat diterapkan dengan pemanfaatan sistem pendinginan berbasis air (watercooling) yang dapat menekan penggunaan energi listrik sebesar 50% di sektor pengkondisian udara (HVAC).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bell, Michael A. 2005. *Use Best Practice to Design Data Center Facilities*. Connecticut: Gartner, Inc
- [2] Cole, David. 2011. *Data Center Energy Efficiency – Looking Beyond PUE*. Missouri : No Limits Software
- [3] Collins, John. 2012. *Rethinking Data Center Design*. Cleveland: Eaton Corp
- [4] Emerson Network Power. 2009. *Energy Logic : Reducing Data Center Energy Consumption By Creating Savings that Cascade Across Systems*. Ohio: Emerson Network Power
- [5] Irianto, MA. 2014. *Manajemen Data Center*
- [6] Kalay, Yehuda. 1985. *Redefining the role of computers in architecture : from drafting/modelling tools to knowledge-based design assistants*. New York: Butterworth & Co (publishers) Ltd
- [7] Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral. 2012. *Kajian Indonesia Energy Outlook*. Jakarta: Kementerian ESDM
- [8] SANS Institute InfoSec Reading Room. 2002. *Requirements for the Design of a Secure Data Center*. Maryland : SANS Institute
- [9] Sickinger, David, Otto Van Geet, Chris Ravenscroft . 2014. *Energy Performance Testing of Asetek's Rack CDU System at NREL's High Performance Computing Data Center*. Denver : National Renewable Energy Laboratory – USA

Kehidupan manusia di abad ke 21 sangat lekat dengan kaitannya akan teknologi informasi. Teknologi informasi hadir dalam berbagai unsur kehidupan manusia. Pertanian, telekomunikasi, perbankan, hingga pemerintahan. Bahkan dalam kehidupan pribadi, teknologi informasi tidak bisa dipisahkan dari kehidupan manusia.

Besarnya manfaat akan penggunaan Teknologi Informasi memiliki dampak negatif berupa meningkatnya kebutuhan akan energi listrik. Jika sebuah perangkat komputer kantor standar menghabiskan daya sebesar ± 100 watt. Dan peningkatan jumlah komputer di Indonesia setidaknya bisa mencapai 2 juta unit tiap tahunnya (data Apkomindo). Bisa diperkirakan setidaknya kebutuhan energi listrik di Indonesia meningkat sekitar 200 KW tiap tahunnya hanya dari penggunaan komputer atau sebesar 6,6 % dari produksi listrik nasional 3 data Kementrian ESDM dalam ESDM IEO.

Sebagai langkah penghematan energi dalam penggunaan komputer, maka fungsi komputer sebagai perangkat penyimpan dan pemroses data dapat digantikan oleh data center. Selain memungkinkan pertukaran data yang lebih cepat antar komputer yang terpisah jarak geografis, penggunaan data center juga mampu menghemat daya sebesar 30 persen dari penggunaan perangkat penyimpanan data secara konvensional.

ISU

TUGAS AKHIR RA.141581

PUSAT DATA DIGITAL

SAADILLAH YOGA ISWARA 3211100047

DOSEN PEMBIMBING : JOHANES KRISDIANTO, ST.MT.

JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

T.A. 2014/2015



Kebutuhan

Space Design

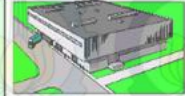
- Raised floor area
- Office area
- Ancillary equipment rooms
- Conference rooms
- Supply room
- Communication room
- Shipping/receiving/equipment staging

Electrical

- Diesel generator
- Fuel tank (size and location)
- Uninterruptible power supply
- PDUs (primary and secondary)
- Electrical distribution (dual paths)
- Building feeds, conduits, trenches
- Watts/square foot
 - Equipment footprint
 - Raised floor area
 - Total facility

CATV: community antenna television or cable TV
HVAC: heating, ventilation and air conditioning
PDU: power distribution units

Source: Gartner Research (April 2005)



Fault Tolerance (Tier 1 to Tier 4)

Floor Loading

- Communication
- Fiber entrance paths
 - Cable plant

Mechanical

- HVAC (tonnage, location and distribution)
- Cooling, heating, humidification
- Filtering (particulate levels)

Fire Protection

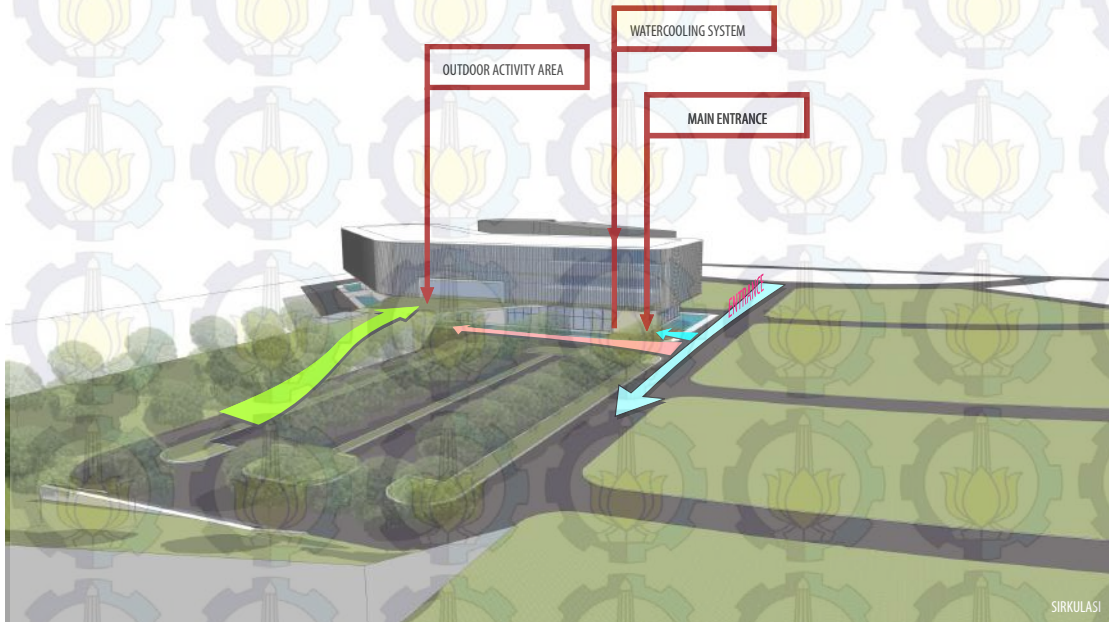
- Smoke detection
- Pre-action wet systems
- Dry systems

Raised Floor

- Height
- Tile size

Security System

- Perimeter control
- Access control
- CATV
- Biometrics
- Centralized monitoring

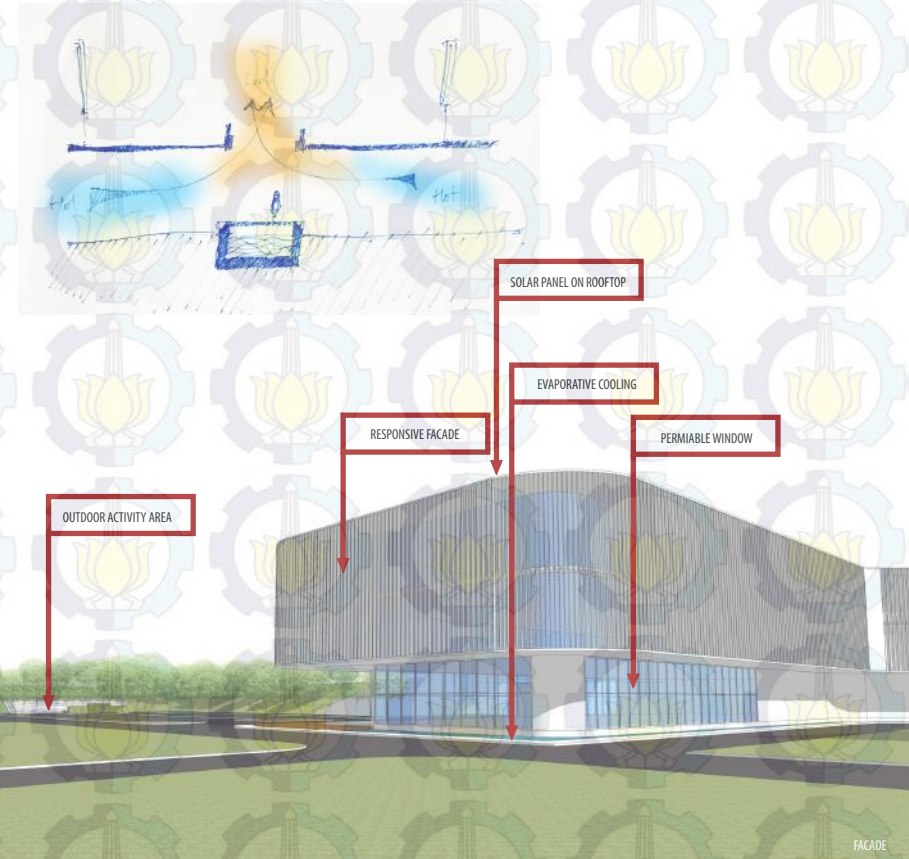


Konsep

Desain bangunan dengan membentuk ruang perantara bagi pengunjung yang ingin ke bangunan sekitar (NASDEC)

Pemisahan massa bangunan berdasarkan tingkat aktifitas yang ada
Implementasi sistem pendinginan berbasis air untuk operasional server.

Penerapan penghawaan alami bagi ruangan yang memungkinkan



TUGAS AKHIR RA.141581

PUSAT DATA DIGITAL

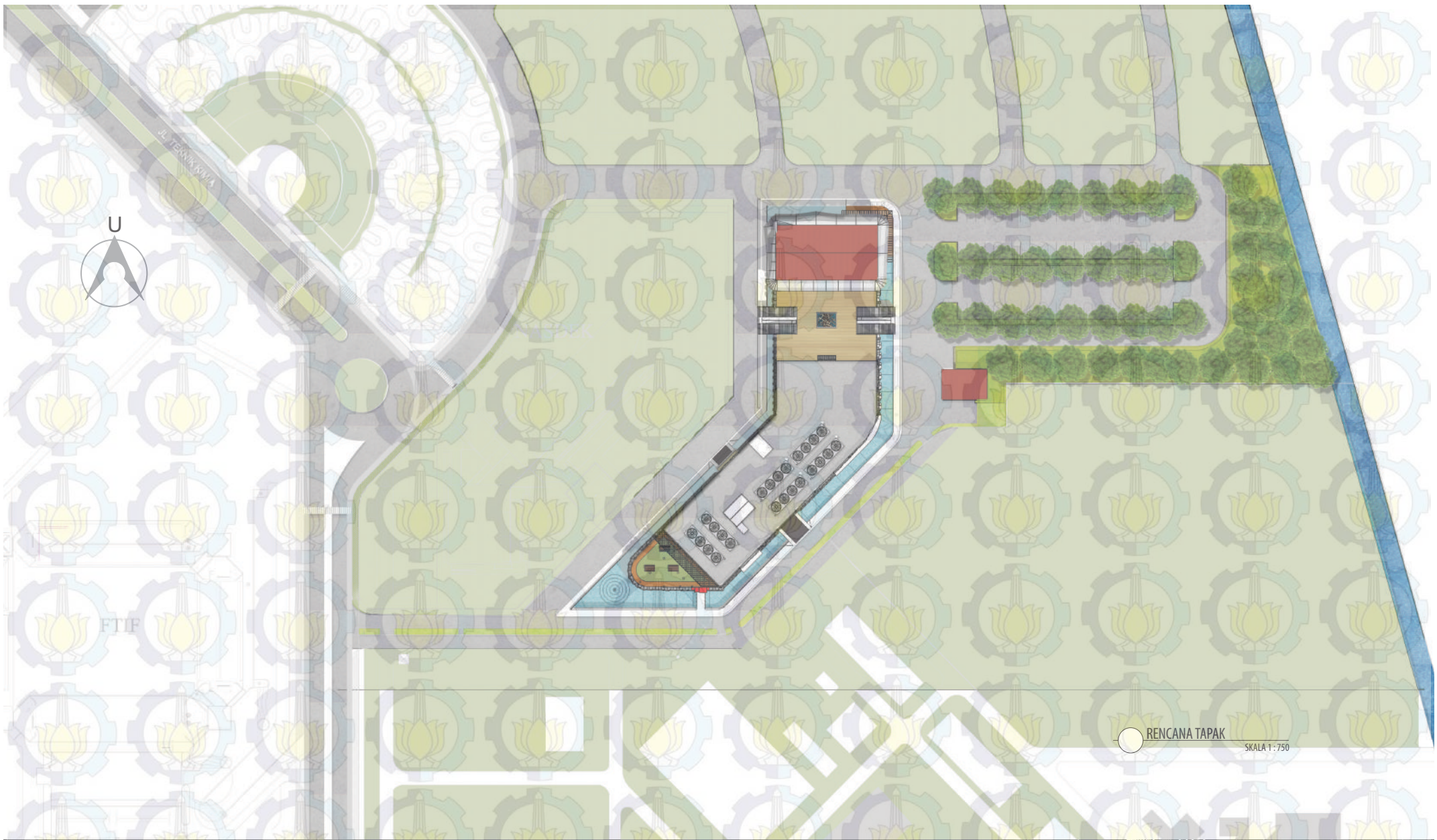
SAADILLAH YOGA ISWARA 3211100047

DOSEN PEMBIMBING : JOHANES KRISDIANTO, ST.MT.

JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

T.A. 2014/2015





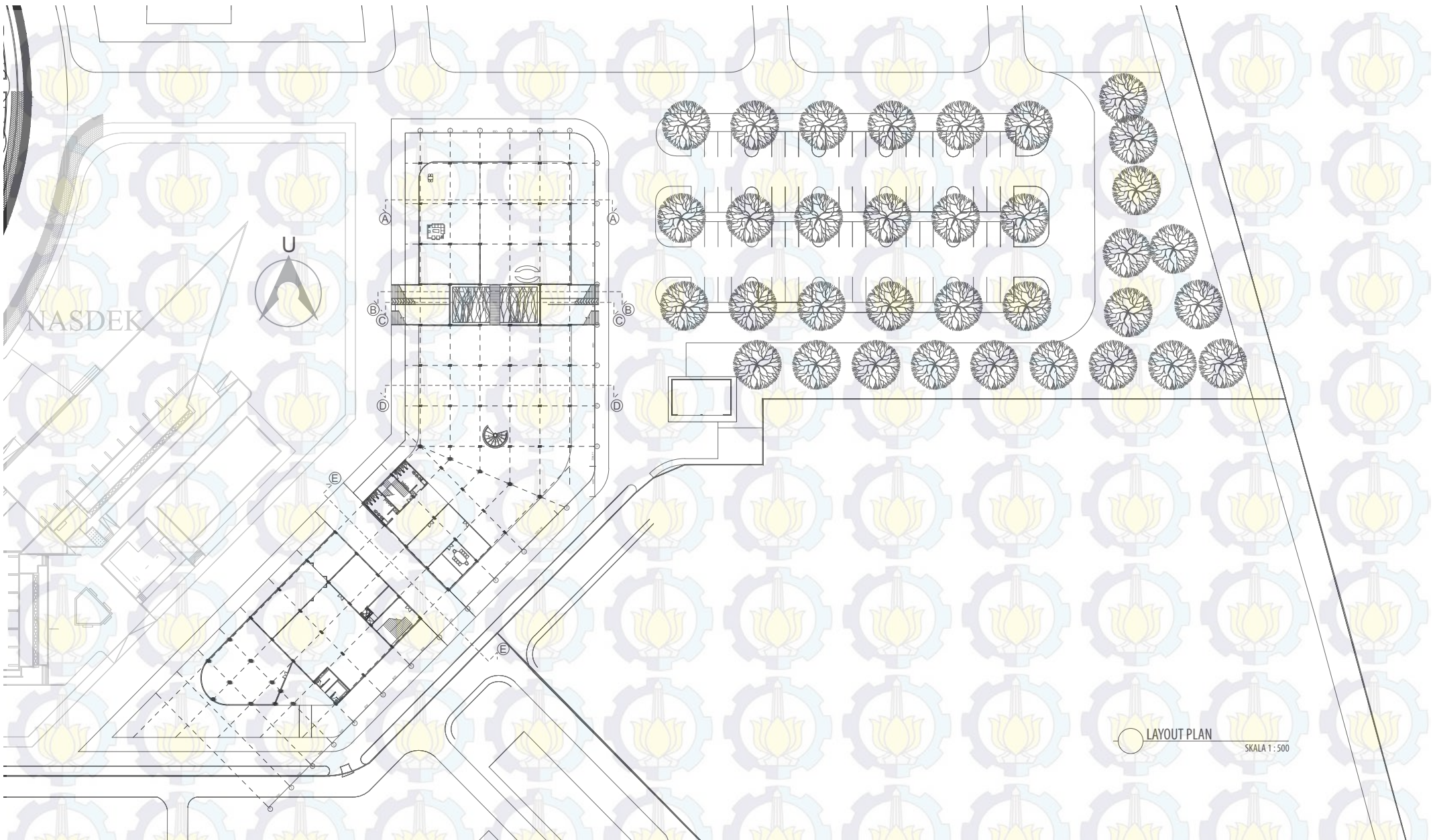
TUGAS AKHIR RA.141581

PUSAT DATA DIGITAL

SAADILLAH YOGA ISWARA 3211100047

DOSEN PEMBIMBING : JOHANES KRISDIANTO, ST.MT.

JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
T.A. 2014/2015



TUGAS AKHIR RA.141581

PUSAT DATA DIGITAL

SAADILLAH YOGA ISWARA 3211100047

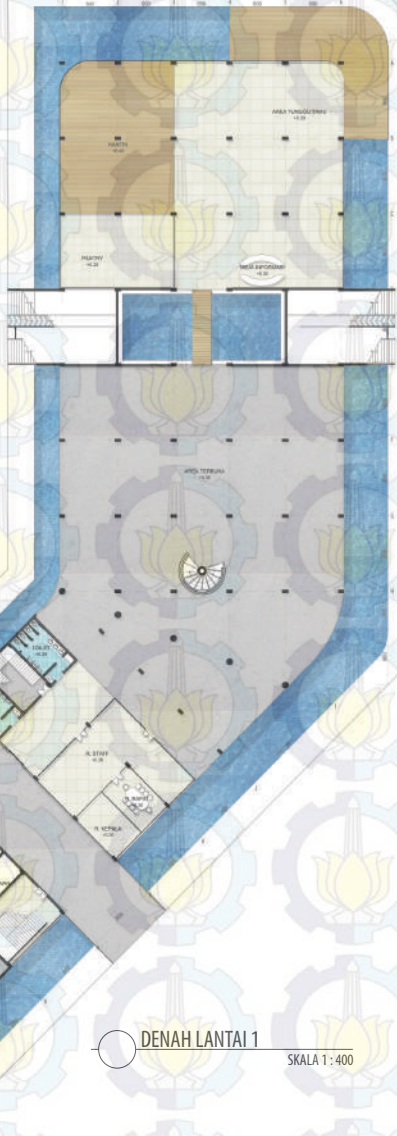
DOSEN PEMBIMBING : JOHANES KRISDIANTO, ST.MT.

JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

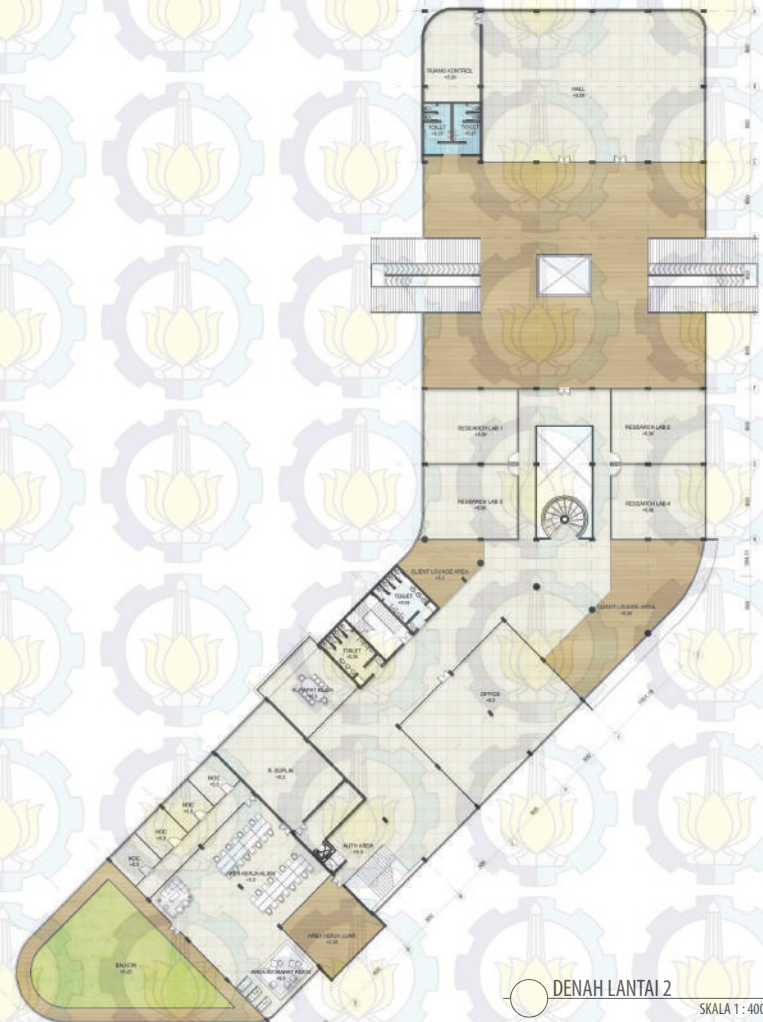
T.A. 2014/2015





DENAH LANTAI 1

SKALA 1:400



DENAH LANTAI 2

SKALA 1:400

TUGAS AKHIR RA.141581

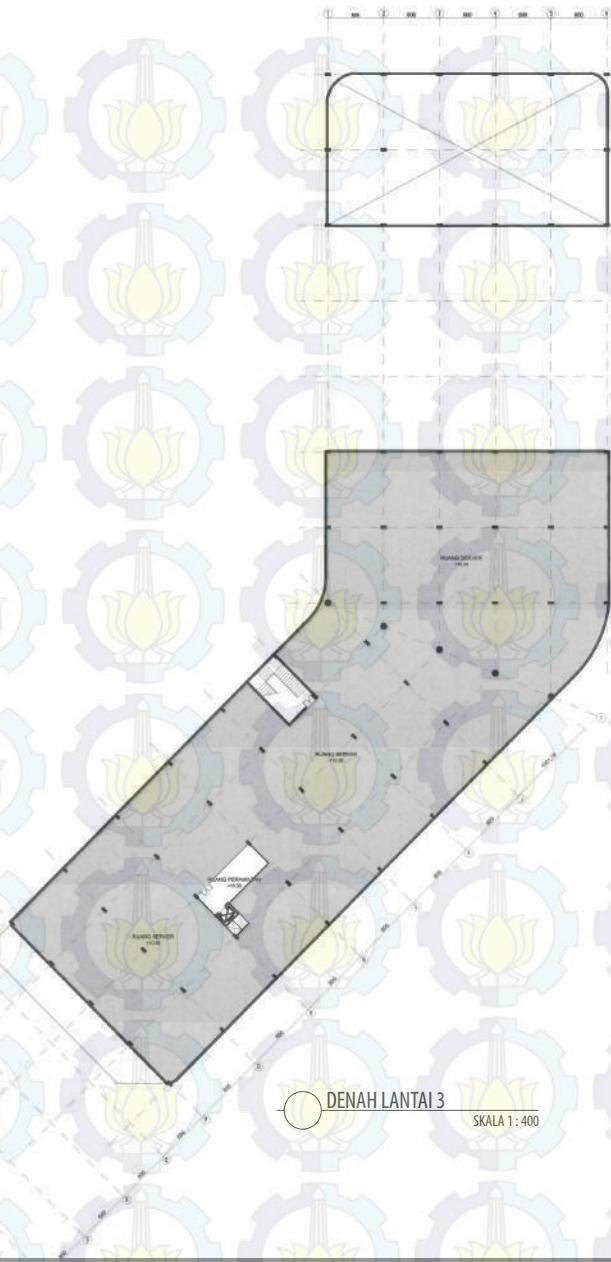
PUSAT DATA DIGITAL

SAADILLAH YOGA ISWARA 3211100047

DOSEN PEMBIMBING : JOHANES KRISDIANTO, ST.MT.

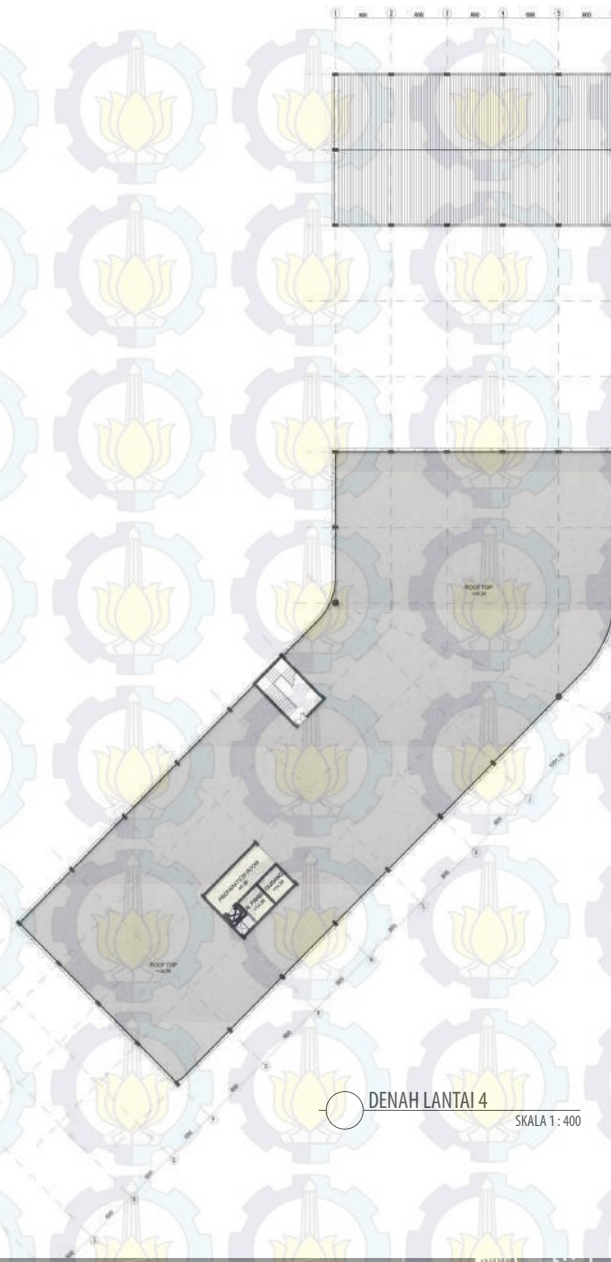
JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

T.A. 2014/2015



DENAH LANTAI 3

SKALA 1:400



DENAH LANTAI 4

SKALA 1:400

TUGAS AKHIR RA.141581

PUSAT DATA DIGITAL

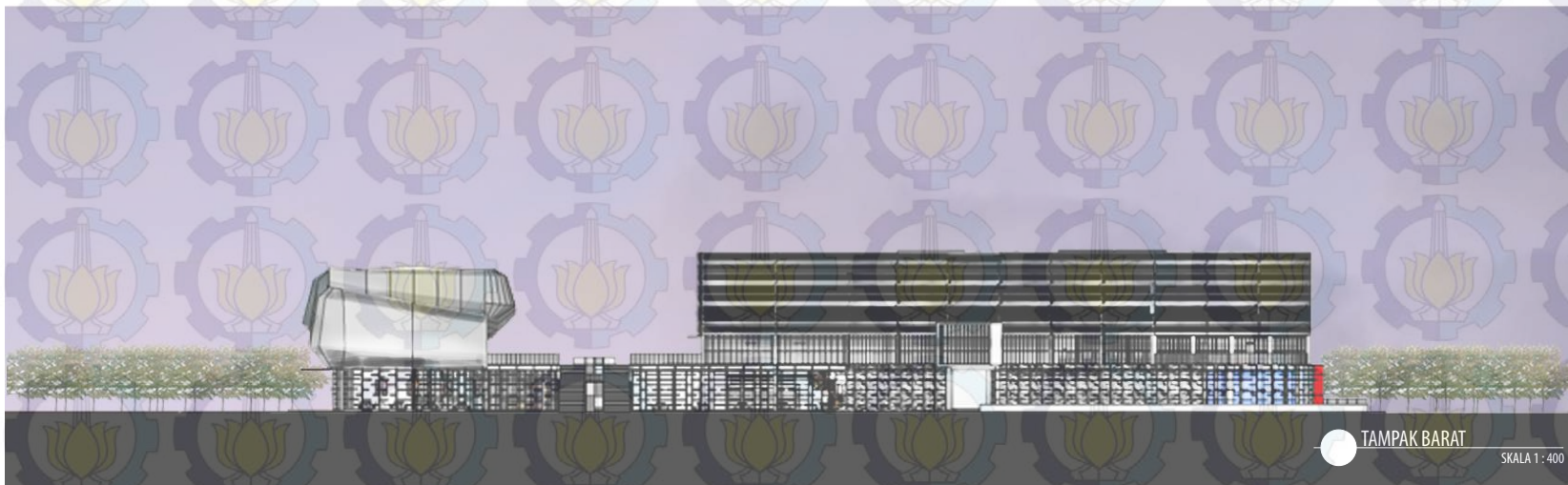
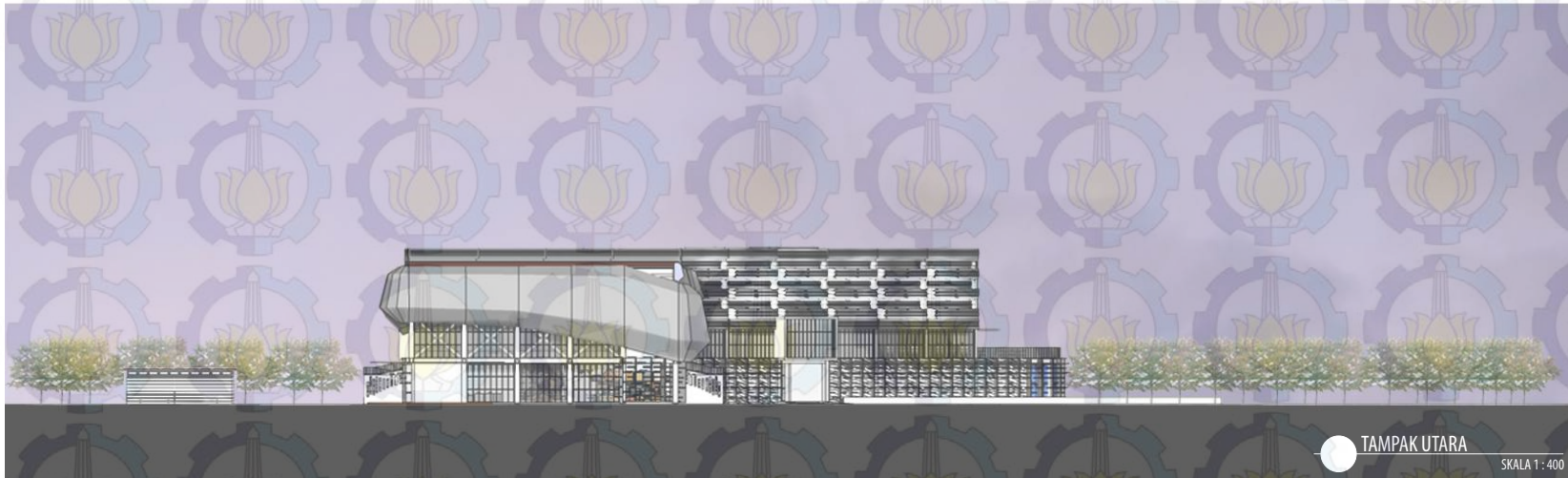
SAADILLAH YOGA ISWARA 3211100047

DOSEN PEMBIMBING : JOHANES KRISDIANTO, ST.MT.

JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

T.A. 2014/2015





TUGAS AKHIR RA.141581

PUSAT DATA DIGITAL

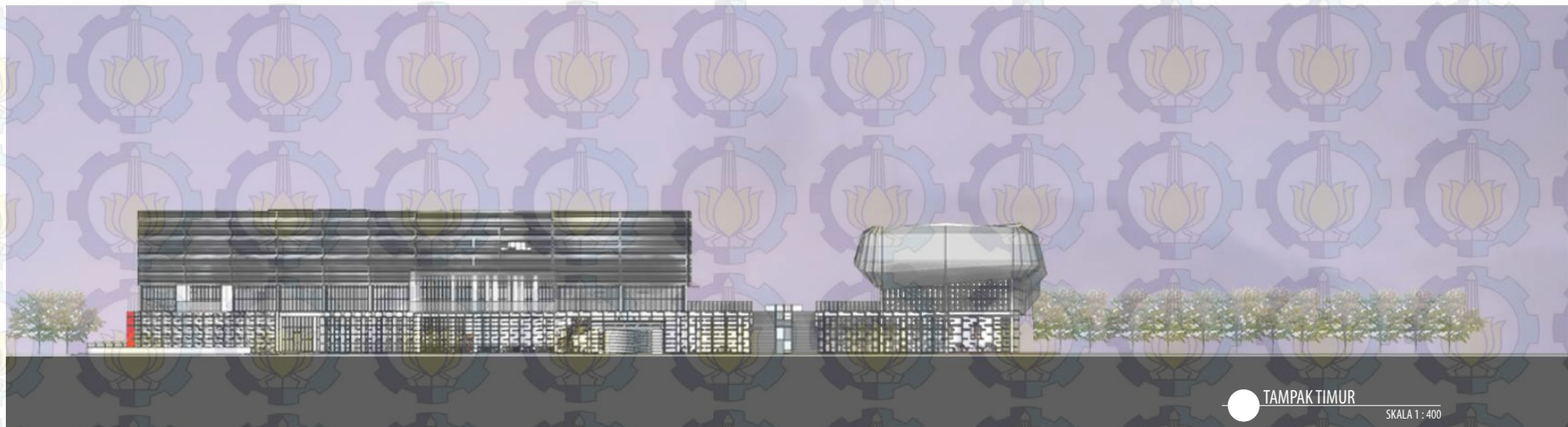
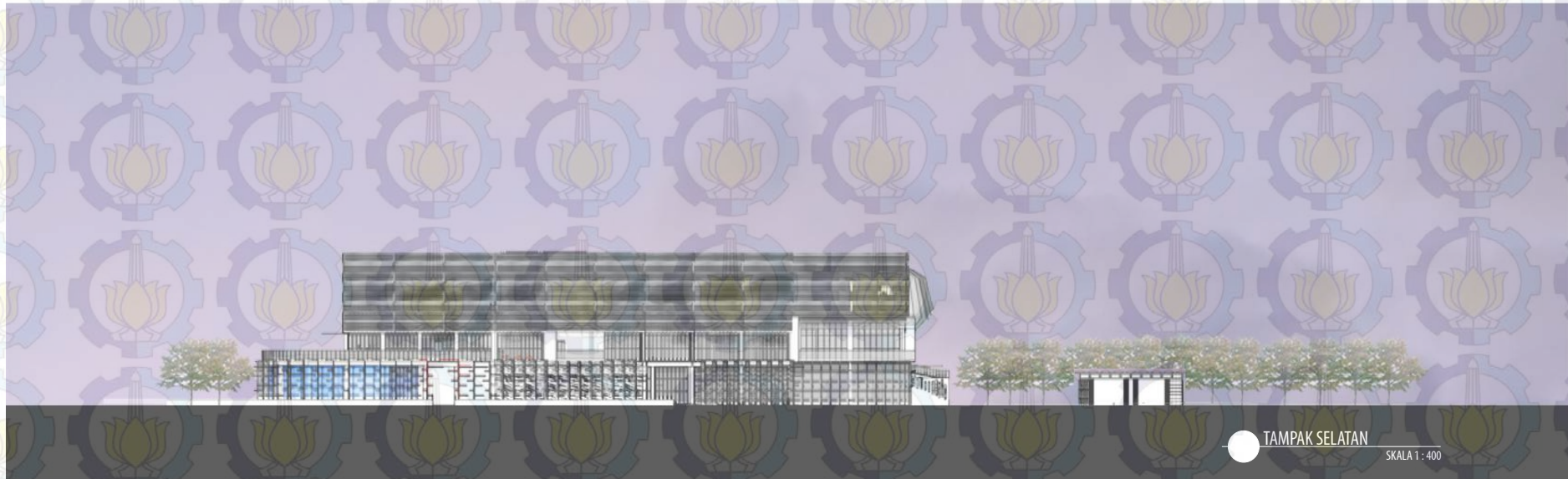
SAADILLAH YOGA ISWARA 3211100047

DOSEN PEMBIMBING : JOHANES KRISDIANTO, ST.MT.

JURISAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

T.A. 2014/2015





TUGAS AKHIR RA.141581

PUSAT DATA DIGITAL

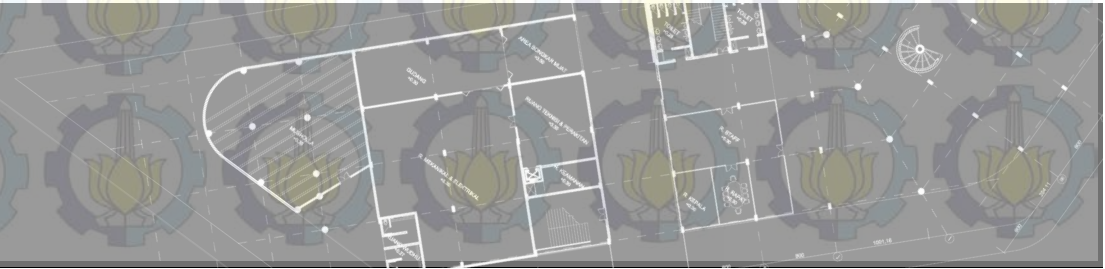
SAADILLAH YOGA ISWARA 3211100047

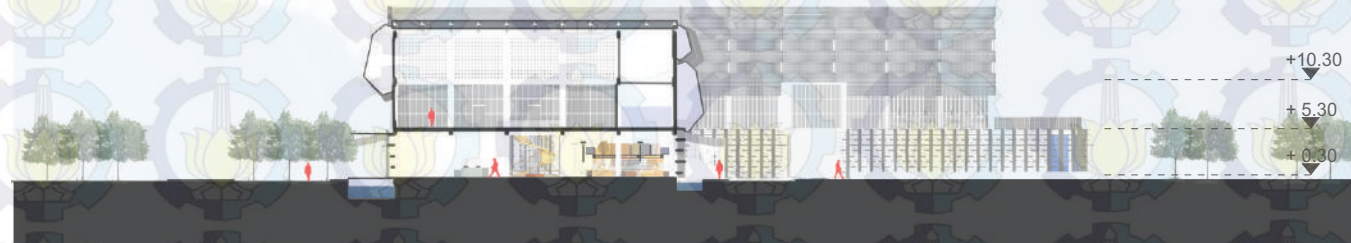
DOSEN PEMBIMBING : JOHANES KRISDIANTO, ST.MT.

JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

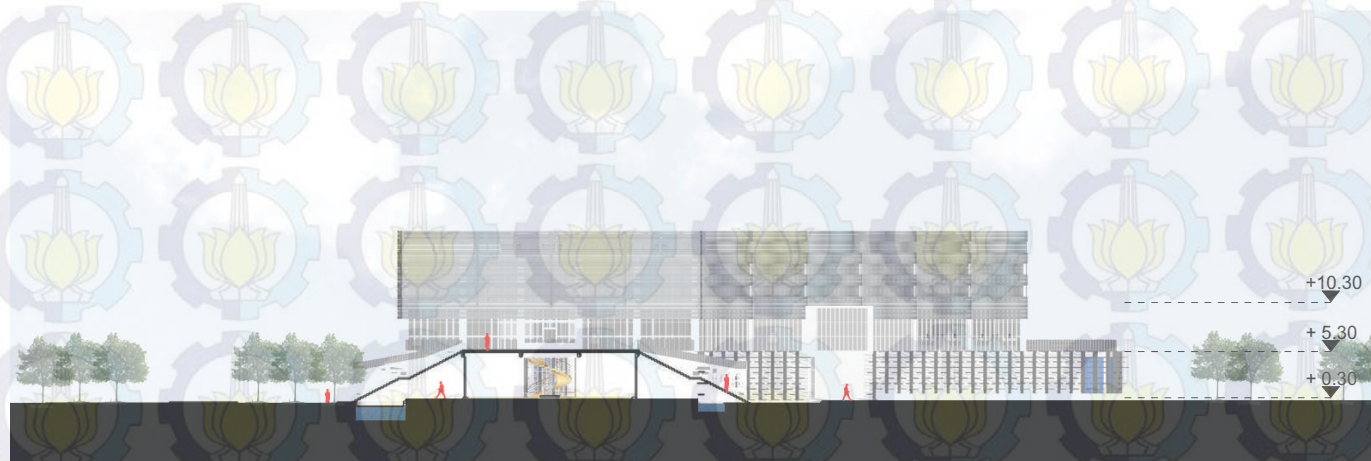
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

T.A. 2014/2015





POTONGAN A-A'
SKALA 1:400



POTONGAN B-B'
SKALA 1:400

TUGAS AKHIR RA.141581

PUSAT DATA DIGITAL

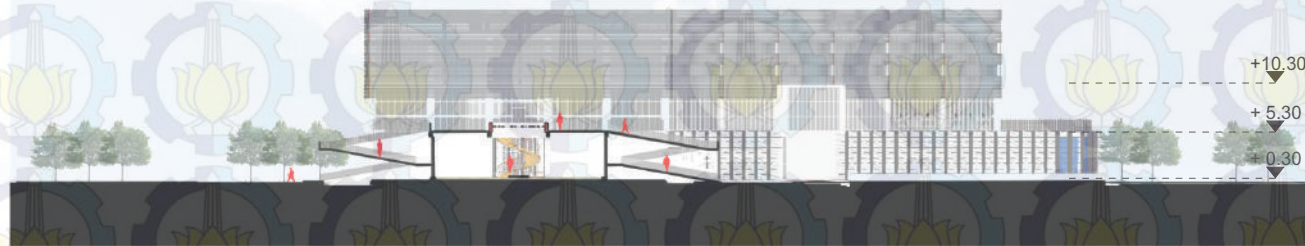
SAADILLAH YOGA ISWARA 3211100047

DOSEN PEMBIMBING : JOHANES KRISDIANTO, ST.MT.

JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

T.A. 2014/2015





POTONGAN C-C'
SKALA 1 : 400



POTONGAN D-D'
SKALA 1 : 400



POTONGAN E-E'
SKALA 1 : 400

TUGAS AKHIR RA.141581

PUSAT DATA DIGITAL

SAADILLAH YOGA ISWARA 3211100047

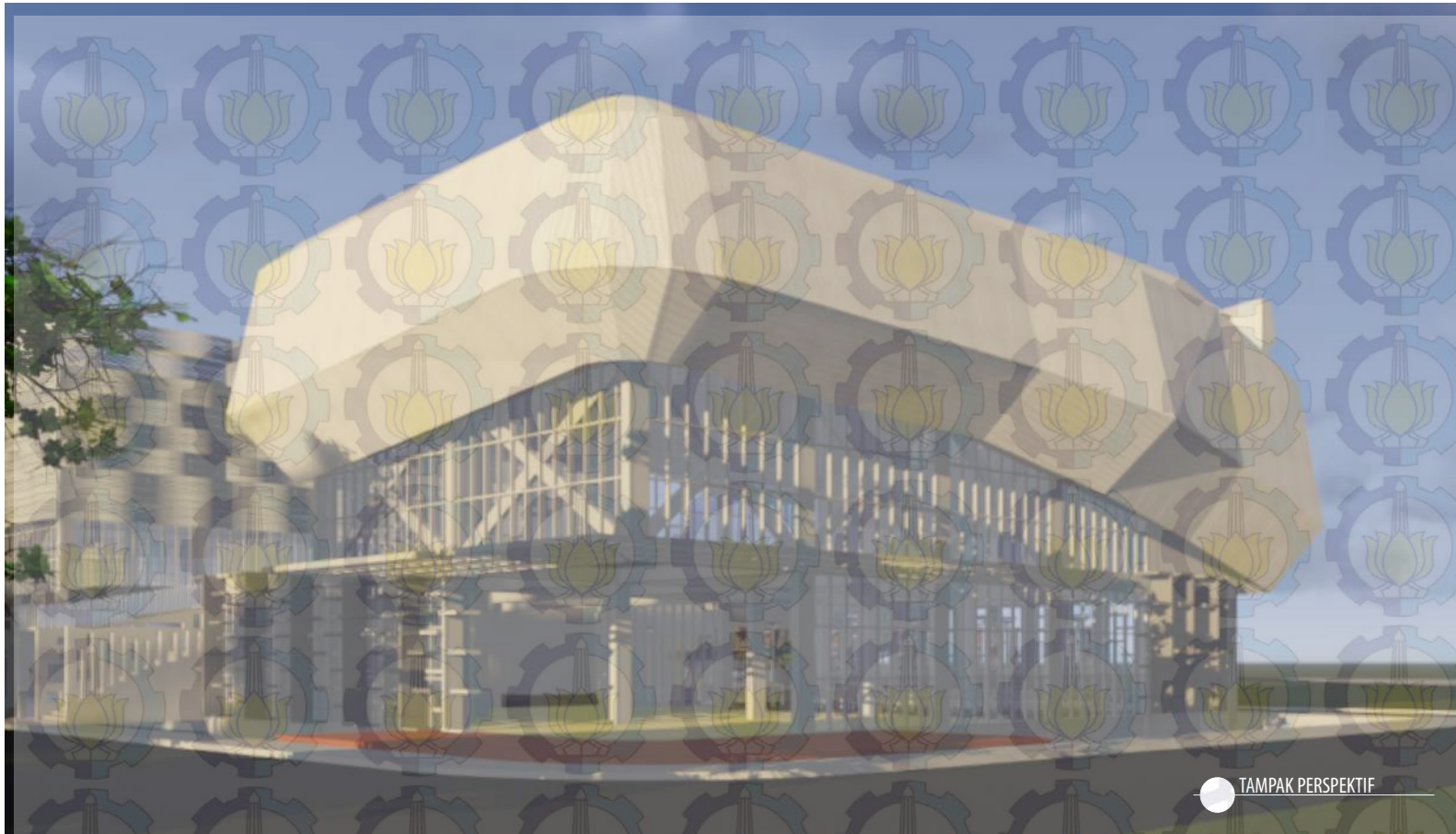
DOSEN PEMBIMBING : JOHANES KRISDIANTO, ST.MT.

JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

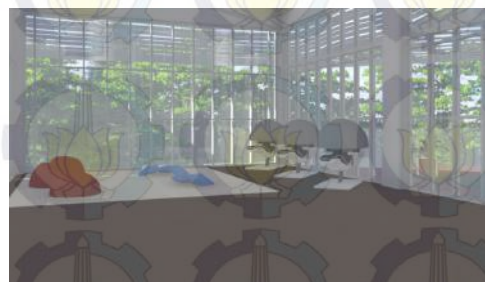
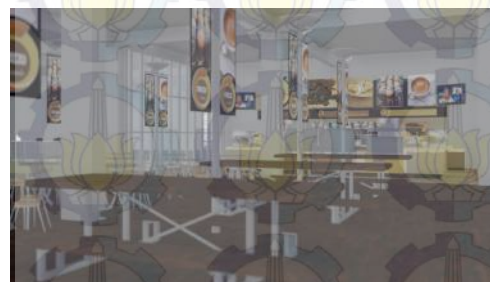
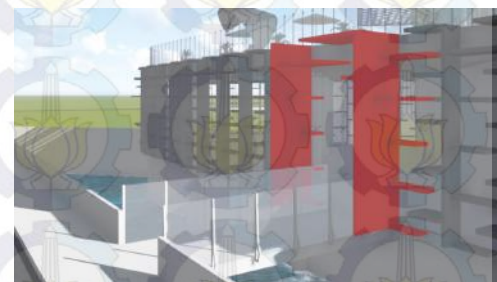
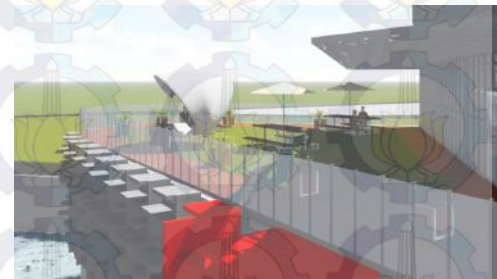
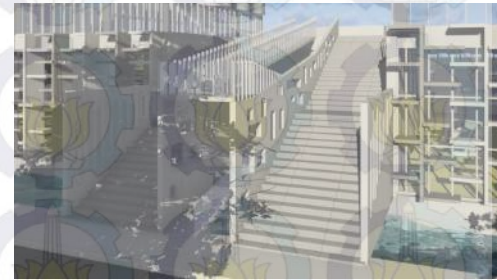
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

T.A. 2014/2015





TAMPAK PERSPEKTIF



TUGAS AKHIR RA.141581

PUSAT DATA DIGITAL

SAADILLAH YOGA ISWARA 3211100047

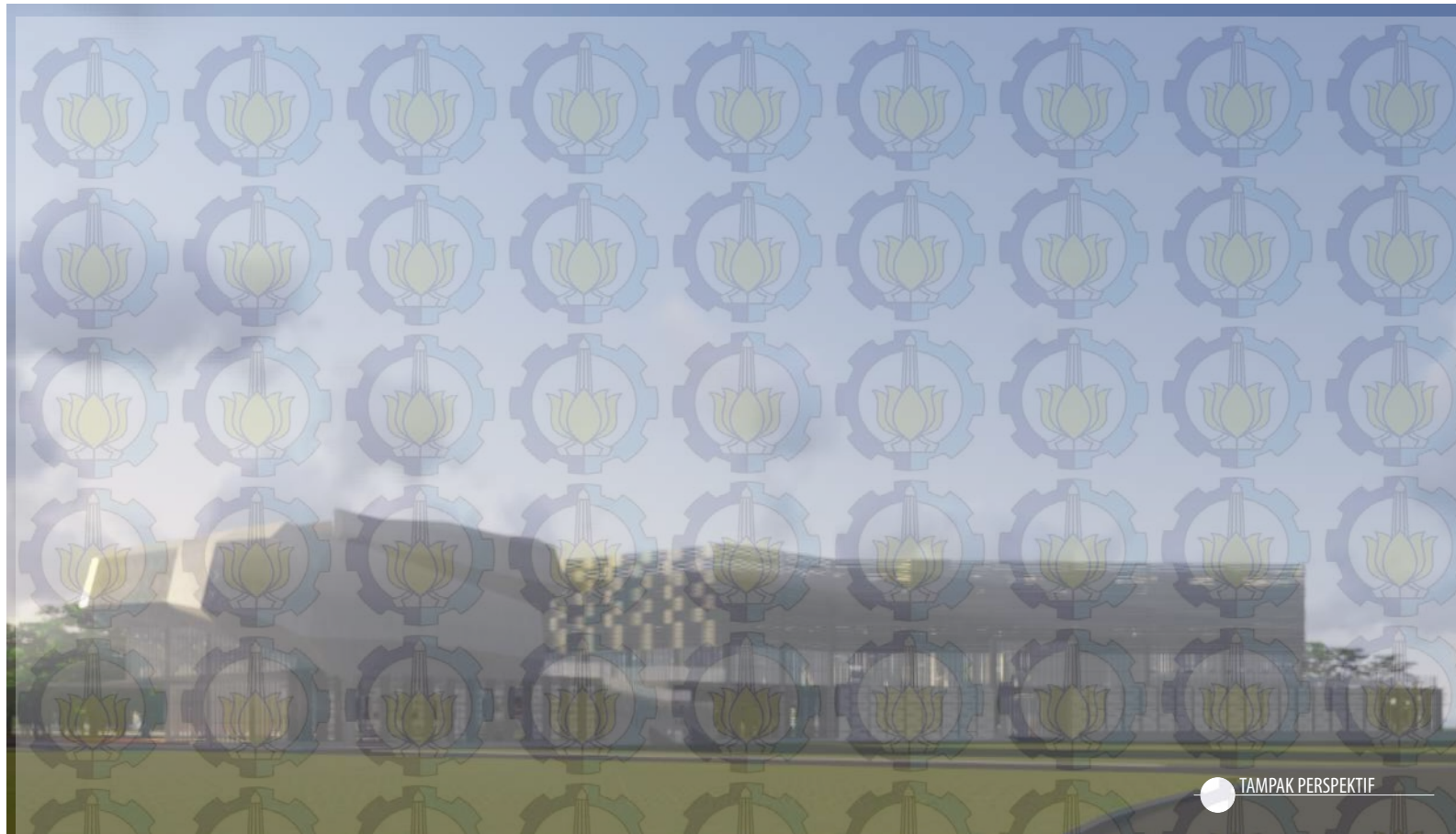
DOSEN PEMBIMBING : JOHANES KRISDIANTO, ST.MT.

JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

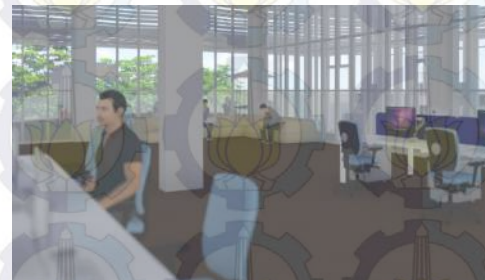
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

T.A. 2014/2015





TAMPAK PERSPEKTIF



TUGAS AKHIR RA.141581

PUSAT DATA DIGITAL

SAADILLAH YOGA ISWARA 3211100047

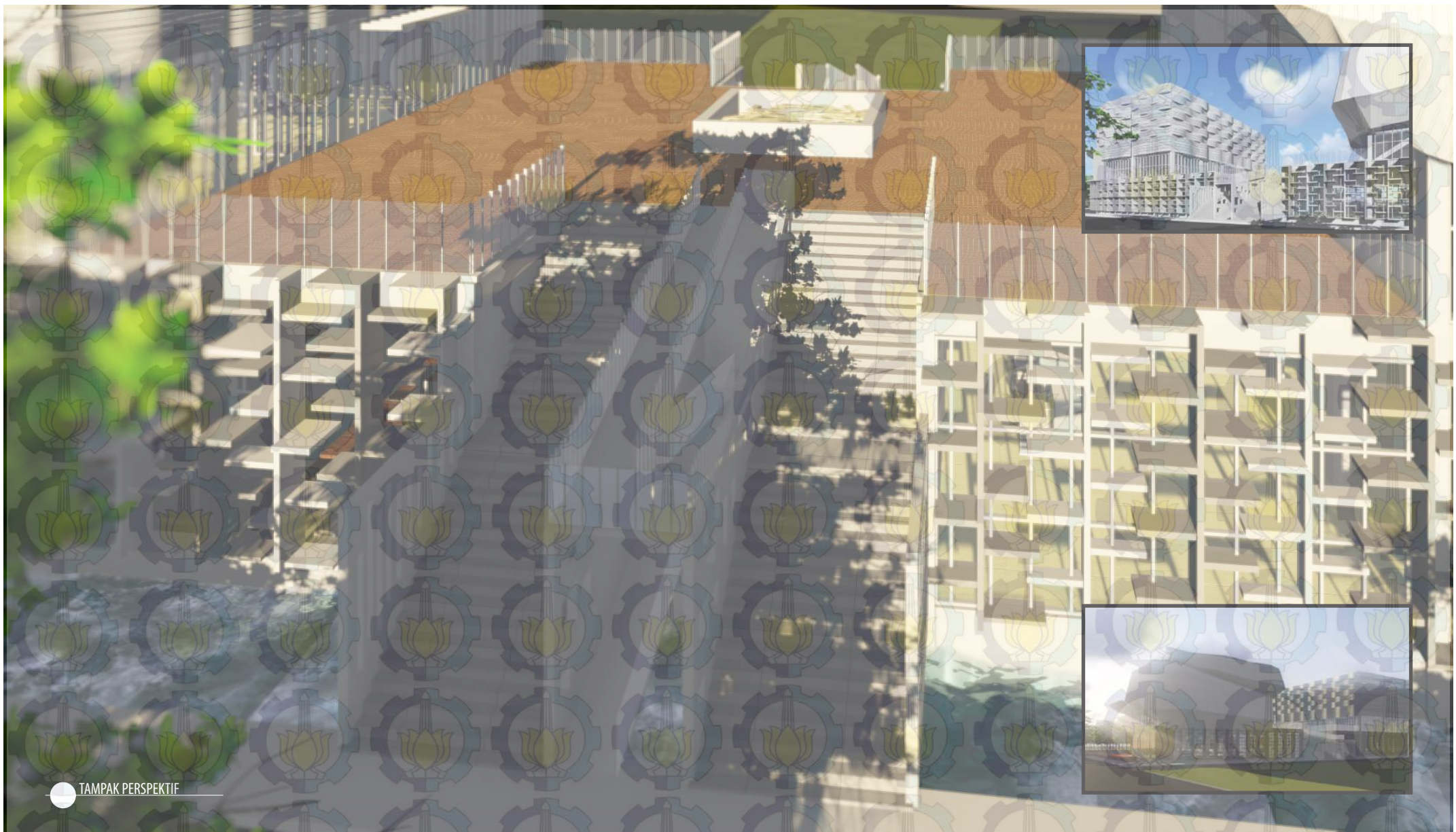
DOSEN PEMBIMBING : JOHANES KRISDIANTO, ST.MT.

JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

T.A. 2014/2015





TAMPAK PERSPEKTIF

TUGAS AKHIR RA.141581

PUSAT DATA DIGITAL

SAADILLAH YOGA ISWARA 3211100047

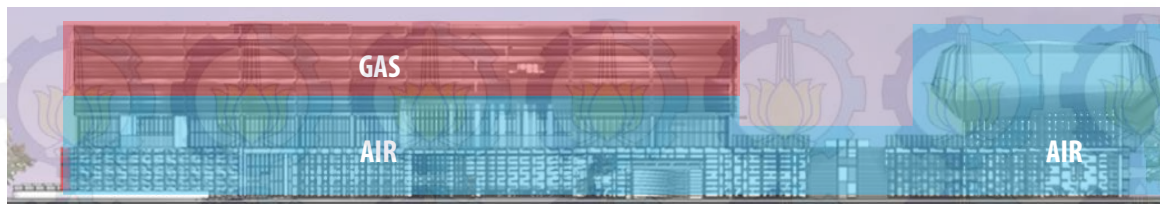
DOSEN PEMBIMBING : JOHANES KRISDIANTO, ST.MT.

JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

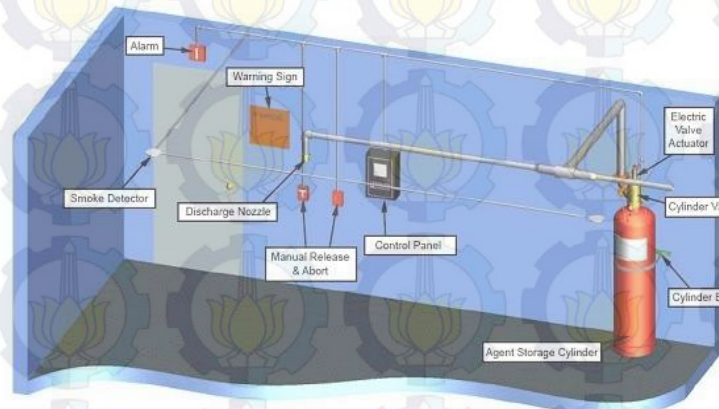
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

T.A. 2014/2015





PEEMBAGIAN ZONA DAN TIPE PEMADAM KEBAKARAN
Berdasarkan kebutuhan dan syarat keamanan ruang yang ada



PERANGKAT PEMADAM KEBAKARAN PADA RUANG SERVER
Berdasarkan pemadam dengan gas (clean agent)

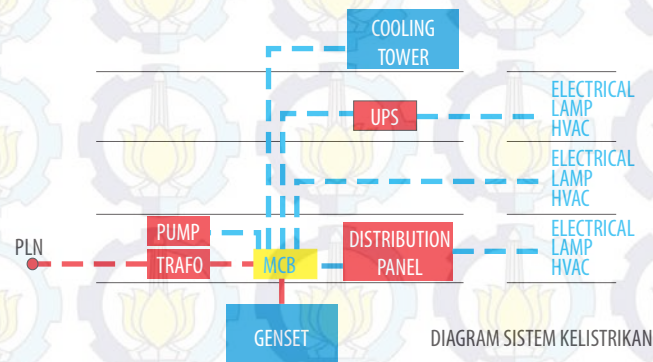


DIAGRAM SISTEM KELISTRIKAN

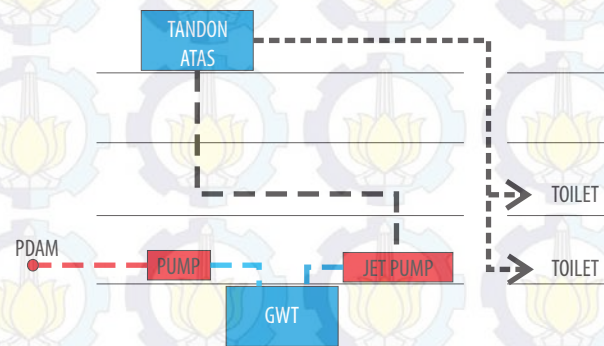


DIAGRAM SISTEM PERPIPAAN AIR BERSIH

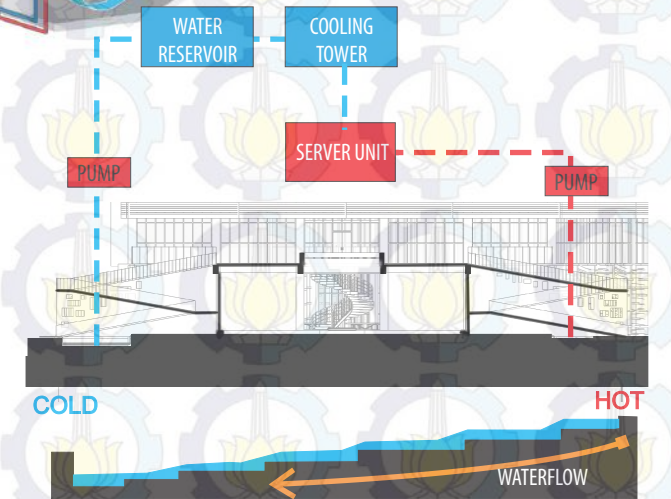
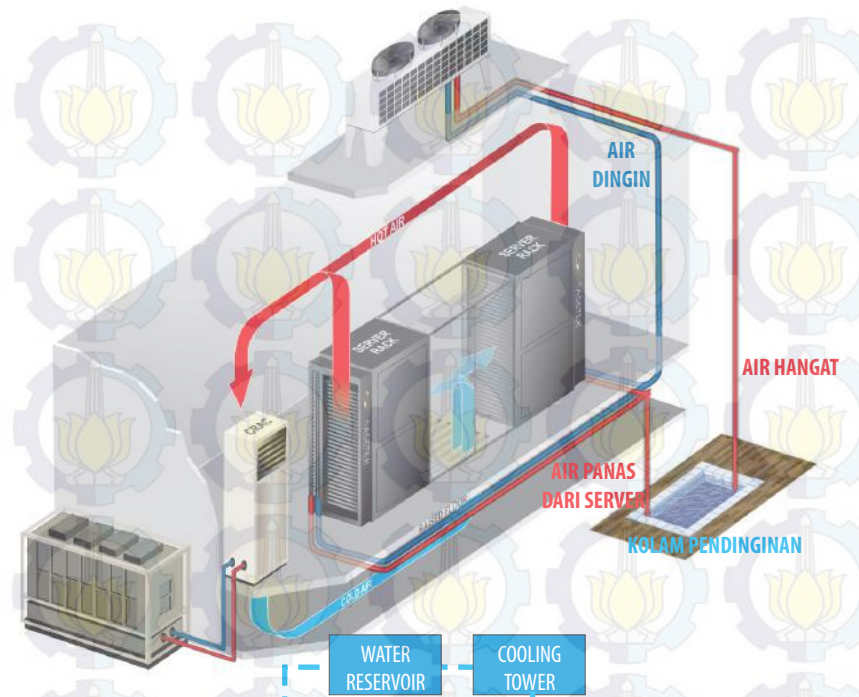


DIAGRAM SISTEM PENDINGINAN SERVER
Menggunakan sistem pendinginan berbasis air

TUGAS AKHIR RA.141581

PUSAT DATA DIGITAL

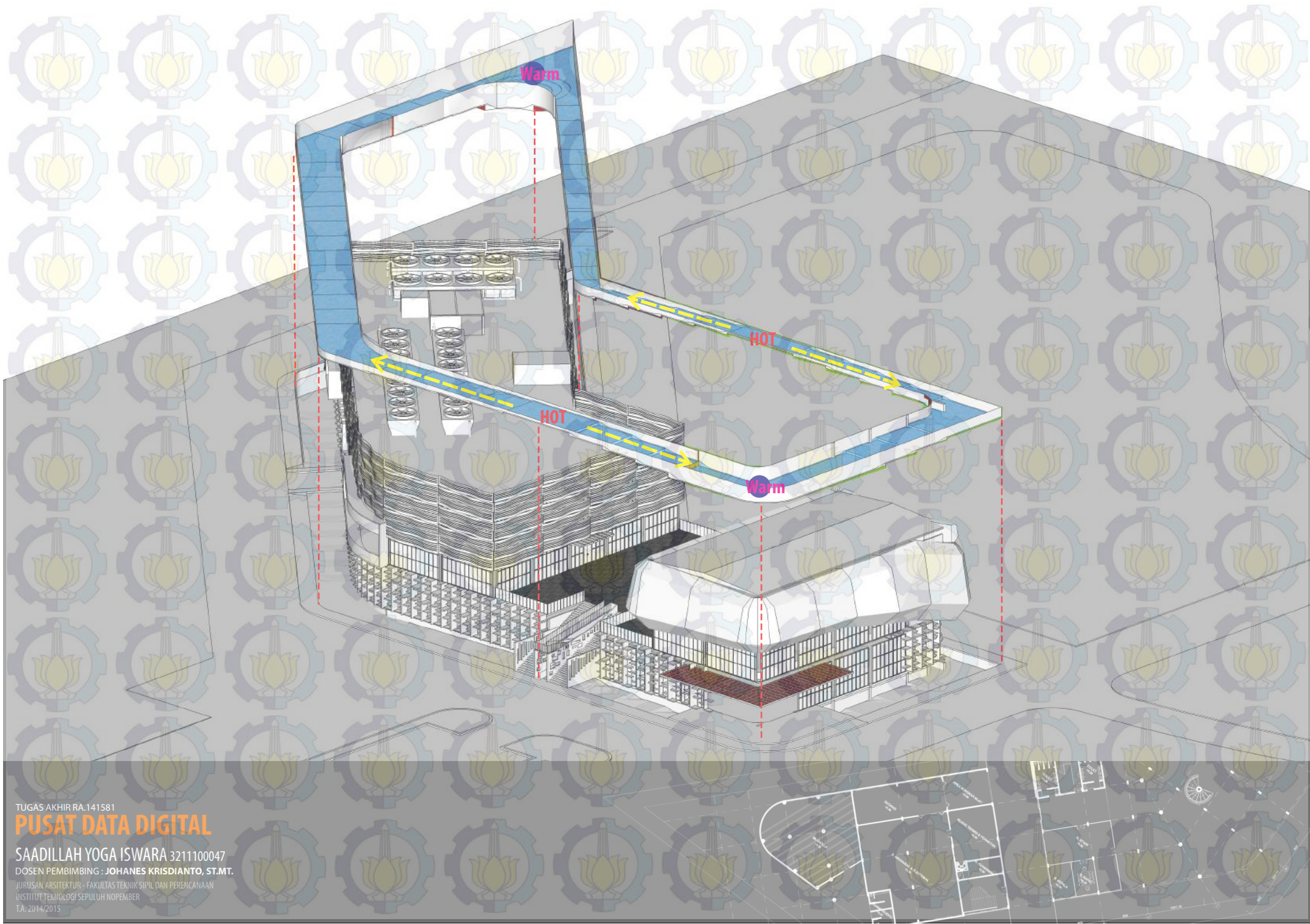
SAADILLAH YOGA ISWARA 3211100047

DOSEN PEMBIMBING : JOHANES KRISDIANTO, ST.MT.

JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

T.A. 2014/2015





TUGAS AKHIR RA.141581

PUSAT DATA DIGITAL

SAADILLAH YOGA ISWARA 3211100047

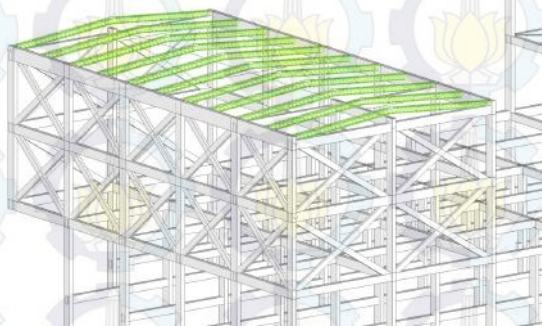
DOSEN PEMBIMBING : JOHANES KRISDIANTO, ST.MT.

JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

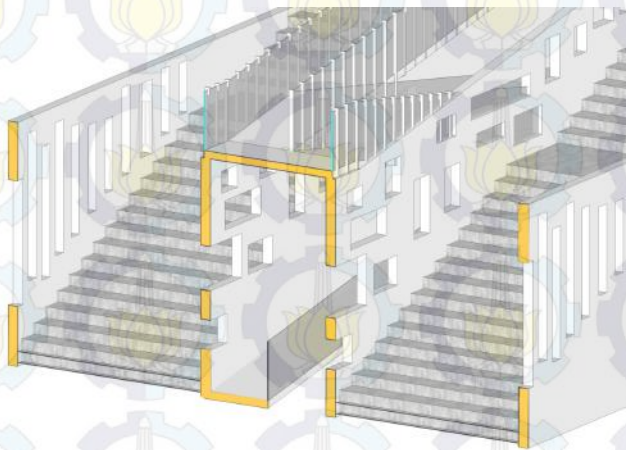
T.A. 2014/2015



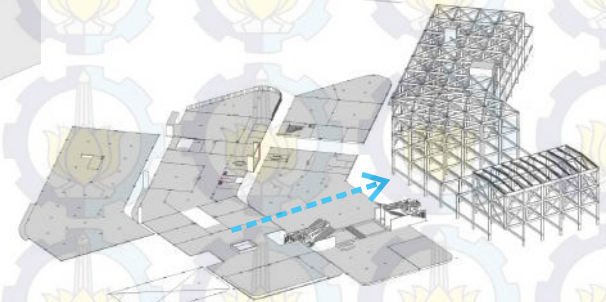
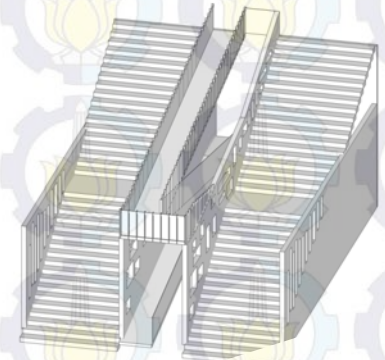
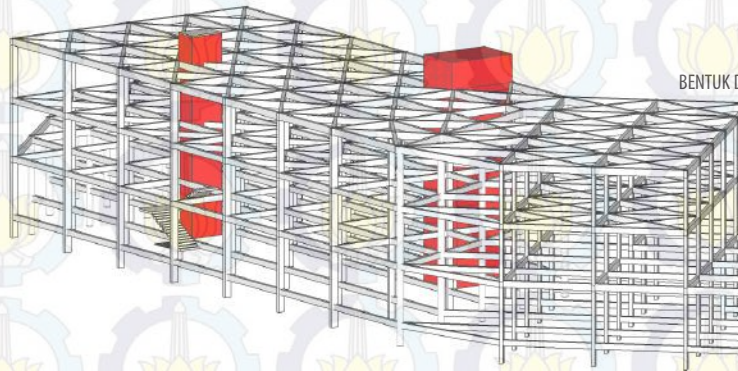
BRACING DIAGONAL
SEBAGAI PENGUAT RANGKAT PADA BANGUNAN HALL



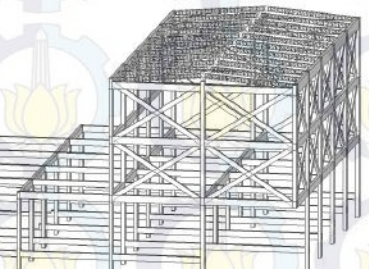
STRUKTUR RANGKA RUANG
PADA KONSTRUKSI ATAP RUANG SERBA GUNA



KONSTRUKSI TANGGA LUAR
MENGUNAKA BETON SEBAGAI MATERIAL UTAMA DENGAN RAILING KACA PADA DETAIL RAMP



PELETAKAN MASSA BANGUNAN
BENTUK DAN KONFIGURASI STRUKTUR MENGIKUTI BEBAN PADA MASSA BANGUNAN



LETAK CORE PADA BANGUNAN
SEBAGAI WADAH UNTUK SHAFT UTILITAS DAN TANGGA DARURAT

